

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE

LYON

Année 1976 - N. 12

LE SUCRE DANS L'ALIMENTATION DU PORC A L'ENGRAIS

UTILISATION D'UN SOUS PRODUIT

SUCRE DE CHATAIGNES

Thèse

présentée

à l'Université Claude Bernard LYON

(Médecine - Pharmacie)

et soutenue publiquement le 4 mars 1976

pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Jean-François ETIENNE

né le 10 février 1947

à Aubenas (Ardèche)



I. C. VAUBECOUR

l'Imprimerie des étudiants lyonnais

11 et 13 Rue Vaubecour
LYON 69002 - Tél. 42 - 45 - 85



PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'ECOLE NATIONALE
VETERINAIRE DE LYON

- Directeur..... Monsieur le Professeur FROGET
- Directeurs Honoraires.... Messieurs les Professeurs JUNG, TAPERNOUX, FLORIO

PROFESSEURS -

- 1° - Pharmacie et Toxicologie..... M. LORGUE
- 2° - Anatomie descriptive - Extérieur - Anatomie appliquée..... M. BARONE
- 3° - Physiologie - Thérapeutique - Pharmacodynamie..... M. BOST
- 4° - Histologie - Embryologie - Anatomie pathologique..... M. LUCAM
- 5° - Hygiène et Industrie des aliments d'origine animale..... M. FLACHAT
- 6° - Parasitologie et Maladies parasitaires..... M. EUZEBY
- 7° - Pathologie médicale des équidés et des carnivores - Législation vétérinaire... M. FONTAINE
- 8° - Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour..... M. COTTEREAU
- 9° - Technique chirurgicale - Pathologie chirurgicale..... M. COULON
- 10° - Obstétrique - Pathologie de la Reproduction..... M. BERTRAND
- 11° - Pathologie générale - Microbiologie - Immunologie..... M. OUDAR
- 12° - Ethnologie - Zootechnie - Economie rurale..... M. FROGET
- 13° - Botanique appliquée - Agronomie - Alimentation..... M. WOLTER
- 14° - Physique et Chimie biologiques et médicales..... M. MAGAT
- 15° - Maladies contagieuses - Zoonoses - Législation sanitaire..... M. JOUBERT

PROFESSEURS SANS CHAIRE

M. FERNEY (Détaché à l'Institut de Médecine et Sciences Vétérinaires de DAKAR).
MM. CHANTEGRELET, JEAN-BLAIN, LAPRAS.

MAITRES DE CONFERENCES

MM. BOIVIN, DELATOUR, DESCHANEL, LE NIHOUANEN.

MAITRES ASSISTANTS AGREGES

MM. CASTELLU, MOUTHON.

MAITRES ASSISTANTS

Mme CHAUVÉ, MM. DALBIEZ, FARGES, FRANCK, GEVREY, KECK, M^{le} LAVAL, MM. LEGEAY, PRAVE, RICHARD

ASSISTANTS

MM. CHERMETTE, DESCHEPPER, M^{le} DOMENEC, MM. FAU, BALGRAIN, GOUY, HARS, HEANY, LABE, LENNOZ,
Mme LENNOZ, MM. LIEVRE, PAYAN, SCLAVON.

EXAMINATEURS DE LA THESE

Président : M. le Professeur
Premier Assesseur: M. le Professeur
Deuxième Assesseur: M. le Professeur

L'Université Claude Bernard (Médecine-Pharmacie) de LYON et l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON, déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation ni improbation.

A mes Parents.

Qu'ils trouvent ici le bien humble témoignage
de mon affection et de ma profonde reconnais-
sance.

A mon frère et mon beau-frère.

S'ils m'ont sérieusement aidé dans la réalisa-
tion pratique de ce travail, puissent les résul-
tats obtenus les éclairer utilement dans la con-
duite future de leur élevage.

A Marie-Ange.

En signe de mon Amour et en reconnaissance pour
son aide.

A tous les miens.

A mes amis.

A Monsieur le Professeur BERTOYE
Professeur à la Faculté de Médecine de LYON

Qui nous fait le grand honneur d'accepter la
Présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A Monsieur le Professeur WOLTER

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON

Il nous guida avec compétence dans l'élaboration de cette thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre profonde gratitude pour l'extrême bienveillance qu'il nous a toujours témoignée.

A Monsieur le Professeur JEAN-BLAIN

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON

Il nous fut d'un précieux secours dans l'interprétation statistique des résultats.

Qu'il nous soit permis de l'assurer de notre très sincère reconnaissance.

A Monsieur le Professeur FROGET

Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON

Il nous honore en acceptant de faire partie de notre jury de thèse.

Reconnaissance et respect.

A tous nos Maîtres de l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON

A tout le personnel de laboratoire de la Maison
PROTECTOR qui a effectué les analyses chimiques
et fabriqué les aliments selon les formules éta-
blies.

Sincères remerciements.

"Il est indispensable de se sacrifier quelquefois,
c'est l'hygiène de l'âme; il le faut".

Montherlant

LE SUCRE DANS L'ALIMENTATION DU PORC A L'ENGRAIS

UTILISATION D'UN SOUS-PRODUIT

SUCRE DE CHATAIGNES

I N T R O D U C T I O N

De tout temps le coût de l'alimentation du porc fut considéré comme important. L'utilisation fermière traditionnelle des déchets de cuisine, des sous-produits laitiers: lactosérum, babeurre...., de la "grenaille": pommes de terre de trop petit calibre, et de tout autre résidu des productions locales met bien en évidence, outre l'étonnant pouvoir de transformation du porc, ce souci permanent chez l'éleveur d'économie à faire dans ce domaine.

En Ardèche, le gland et surtout la châtaigne largement répandus étaient à ce titre fréquemment employés.

De nos jours, ces usages et leurs servitudes ont disparu et la châtaigneraie concentrée et rénovée en partie s'oriente vers une production de qualité en vue de permettre la confection du marron glacé, de la crème et de la purée de marrons (38).

Par contre, de cette industrie alimentaire de transformation, on récupère un sous-produit sucré, équivalent si l'on peut dire des pulpes dans l'industrie de la betterave à sucre, qui peut servir suivant certaines précautions d'emploi à fixer, à nourrir avantageusement, semble-t-il, des porcs à l'engrais.

Voilà l'objet de notre étude: nous rappellerons, dans un premier temps, les résultats de travaux de recherche ou d'essais récents fixant les normes et les limites d'utilisation de la mélasse puis du sucre dans l'alimentation du porc charcutier. En fonction de ces données, puis de la composition chimique, de la valeur alimentaire, du prix de revient d'utilisation de notre sous-produit sucré de châtaignes, nous essaierons d'estimer, sur un lot expérimental de 144 porcs, les performances à la fois zootechniques et économiques de ce mode alimentaire, en vue de préciser, pour un usage ultérieur, les conditions optimales d'emploi.

P R E M I E R E P A R T I E

E T U D E B I B L I O G R A P H I Q U E

A P P L I C A T I O N A U S O U S - P R O D U I T S U C R E D E C H A T A I G N E S

- I - Importance du coût alimentaire du porc charcutier.
Ses conséquences.
- II - La mélasse dans l'alimentation du porc à l'engrais.
- III - Le sucre dans l'alimentation du porc à l'engrais.
- IV - Le sous-produit sucré de châtaignes dans l'alimentation
du porc à l'engrais.

I - IMPORTANCE DU COUT ALIMENTAIRE DU PORC CHARCUTIER

SES CONSEQUENCES

Actuellement, la concentration des effectifs de porcs à l'engrais, une meilleure connaissance des besoins alimentaires et des techniques d'alimentation ont fait régresser les usages fermiers et régionaux précédemment évoqués, de sorte que les frais inhérents à l'emploi d'un aliment composé complet sont facilement et sûrement évaluables et, en conséquence, bien connus (voir tableau I LABOUCHE C. 1972 - 32).

ALIMENTATION -

Porcelet à la naissance.....
 Porcelet sevré:
 truie: 23,62)
 porcelet: 10,88) 34,50.....
 Nourrain.....
 Porc gras.....
 Total.....

LOGEMENT -

Porcelet à la naissance.....
 Porcelet sevré.....
 Nourrain.....
 Porc gras.....
 Total.....

MAIN-D'OEUVRE ET FRAIS DIVERS -

Porcelet sevré.....
 Nourrain.....
 Porc gras.....
 Total.....

TOTAL GENERAL.....

Francs	% du prix du porc gras
17,27	5,67
34,50	11,33
25,44	8,35
127,20	41,77
204,41	67,12
12,08	3,97
13,69	4,50
3,42	1,12
23,43	7,69
52,62	17,28
9,50	3,12
8,-	2,63
30,-	9,85
47,50	15,60
<u>304,53</u>	<u>100,-</u>

TABLEAU I:

Estimation du coût des divers postes de la production par le pourcentage sur le prix de revient du porc gras (32).

De l'estimation récente précédemment mentionnée, il ressort que le coût global de l'alimentation d'un porc peut être fixé à 2/3 (67,12 p.100) du prix de revient du porc gras. Cette part prépondérante de l'alimentation dans l'économie porcine (15-16) résulte de l'importance du poste alimentation pour l'engraissement du porc charcutier. En effet, il représente presque à lui seul les 2/3 (41,77 p.100 en réalité) du pourcentage des dépenses alimentaires effectuées par porc (37).

Par ailleurs, on constate sur le marché une hausse permanente des aliments du bétail (48). La crise retentissante du soja de l'été 1973, accident conjoncturel certes, est encore assez proche pour en faire foi. Malheureusement, on relève, dans le même temps, une nette stagnation des cours du porc à la production. Le tableau II suivant (du Service Central des Etudes Statistiques du Ministère de l'Agriculture), outre la variation cyclique triennale des cours du porc bien connue dans le commerce de cette espèce et qu'il montre clairement, paraît significatif à ce point de vue

Moyenne du 1 ^o Semestre		1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
PORCELET	Francs courants	3,43	5,-	4,60	3,26	5,45	5,71	3,93	5,32
	Francs constants (Base 100 en 1949)	1,49	2,13	1,91	1,29	2,04	2,02	1,32	1,70
PORC CHARCUTIER	Francs courants	-	-	4,21	3,71	4,53	4,80	4,24	4,77
	Francs constants (Base 100 en 1949)	-	-	1,74	1,48	1,70	1,70	1,43	1,52

TABLEAU II:

Evolution des Prix (39):

- du porcelet (20-25 Kg) - F/Kg vif
- du porc charcutier: classe II, cotations régionales -
F/Kg carcasse avec tête. Rendu abattoir. Hors taxes.

Dans cette conjoncture, la réduction des frais alimentaires par incorporation de sous-produits bon marché d'origine agricole ou industrielle devient une impérieuse nécessité (15, 26, 45). En contre partie, il faut prévoir un matériel spécifique et adapté, il faut s'attendre à des manutentions supplémentaires et des frais de stockage importants si l'approvisionnement n'est pas régulier. Et, en dernier ressort, l'éleveur doit posséder et savoir utiliser une technicité appropriée (51). Car, pour chaque sous-produit dont la composition chimique centésimale intéressante le rend susceptible d'entrer dans la constitution d'un aliment porc, à un taux préalablement fixé, si l'on veut établir une ration équilibrée couvrant l'ensemble des besoins alimentaires des animaux qui l'ingèrent sans qu'apparaissent d'incidents pathologiques ou des défauts de conformation d'origine alimentaire, la formule de l'aliment complémentaire à associer au sous-produit doit être méticuleusement calculée.

L'impératif économique de cette mutation dans l'origine des aliments servant à l'élevage du porc apparaît nettement dans les conclusions d'une enquête rapportée par P. Mainsant (1970).

Classement de l'élevage selon la marge brute: (produit brut-charges proportionnelles)	Groupe de tête	Moyenne Générale	Groupe de queue
% UF (unités fourragères) achetées	53%	76%	83%

TABLEAU III:

Rentabilité comparée des élevages (37):

Actuellement, les pourcentages d'animaux nourris avec tel ou ou tel type d'aliment se répartissent ainsi:

	P.100 des truies	P.100 des porcs à l'engrais
Produits agricoles issus exclusivement de l'exploitation.....	12,2	18,2
Aliments composés achetés exclusivement.....	5,8	21,8
Produits agricoles + aliments ou sous-produits achetés.....	72,-	60,-

TABLEAU IV:

Origine des aliments (Statistique agricole 1972 - 11).

Dans ce domaine, si les règles d'emploi du lactosérum et du lait écrémé fréquemment récupérés sont aujourd'hui bien établies, en est-il de même pour les sous-produits sucrés d'origine industrielle?

C'est ce que nous allons voir en examinant maintenant l'usage de la mélasse et finalement du sucre lui-même dans l'alimentation du porc à l'engrais.

II - LA MELASSE DANS L'ALIMENTATION DU PORC A L'ENGRAIS

Des essais d'incorporation de mélasse dans un aliment porc à l'engrais effectués par le Professeur FERRANDO à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'ALFORT en 1957 (21) ont assez bien montré les possibilités, les limites et les précautions relatives à son emploi. Voyons succinctement au préalable quelles sont les principales caractéristiques qui justifient cet emploi alimentaire.

1° - ORIGINE -

La mélasse est un sous-produit de la fabrication du sucre à partir de la betterave ou de la canne à sucre. Liquide sirupeux d'une teinte brun-noirâtre, d'où son nom, elle constitue ce qui reste des jus sucrés de betteraves ou de cannes qui ont subi l'extraction du sucre par cristallisation et centrifugation poussée.

Constituée, pour 50 pour cent de son poids, par des sucres, sa composition chimique détaillée se présente ainsi:

2° - COMPOSITION CHIMIQUE -

a) Glucides:

La mélasse de cannes pour une proportion de sucres totaux similaire: 50 pour cent, contient seulement les 2/3 de cette quantité sous forme de saccharose, le 1/3 restant figure sous forme de sucres intervertis.

De toute façon, quelle que soit l'origine d'une mélasse, sa

richesse globale en glucides en fait, sous un faible volume, un aliment fortement énergétique et à digestibilité élevée.

	Sucrerie LIZY-sur- OURCQ	Sucrerie VIERZY	Sucrerie GOUSSAIN- VILLE	Sucrerie SOUPES
Densité.....	1,372	1,395	1,379	1,370
Degré Baumé.....	39,16	40,86	39,67	38,98
	(en p.100)			
Humidité.....	24,60	21,35	21,10	21,45
Cendres (sulfatées)..	10,40	9,2	10,45	9,8
Sucres totaux en sucres intervertis.....	45	47	49	52,70
Sucres réducteurs pré-existants.....	0,45	0,17	0,23	0,15
Saccharose.....	42,70	44,48	46,33	49,92
Azote total:	1,40	2,01	1,66	1,75
Azote protéique....	0,26	0,43	0,35	0,35
Azote nitrique.....	1,14	1,58	1,31	1,40
Azote ammoniacal...	traces	traces	traces	traces
Chlorure (sodium)....	0,64	0,58	0,87	0,82
Potassium.....	3,30	3,80	2,74	2,42
Sodium.....	0,394	0,550	0,64	0,84
Phosphore.....	0,01	0,018	0,015	0,02
Calcium.....	0,12	0,085	0,075	0,070

TABLEAU V

Résultats d'analyse centésimale de mélasse de betteraves dans quatre sucreries françaises:

Mélasse de betterave en p.100:

- Bétaïne mg/Kg.....	5
- Riboflavine (vit. B2) mg/Kg.....	2,42
- Niacine (vit. P.P.).....	42,24
- Ac. pantothénique.....	4,62

TABLEAU VI

Résultats d'analyse fournis par la bibliographie (3,5)

b) Matières azotées:

La majeure partie de l'azote figure sous forme de nitrate de potasse. Son taux élevé, directement lié à celui des engrais employés pour la culture de la betterave sucrière, oblige à l'observation de certaines précautions d'emploi que nous évoquerons au paragraphe suivant des matières minérales.

Pour le reste, en dehors de quelques acides aminés libres: (acide glutamique, acide aspartique...), il est à signaler dans la mélasse de betterave la présence de bétanine.

En dehors de cette particularité, la part de l'apport azoté qui peut revenir à la mélasse, dans des rations qui en comportent, paraît en définitive négligeable.

c) Matières minérales:

D'une mélasse à l'autre leurs taux respectifs sont fortement variables. Les teneurs minérales dépendent en effet de multiples facteurs de variation: espèce botanique, composition chimique du sol, nature des engrais, procédés d'extraction des jus sucrés.

Mais c'est la prédominance du potassium (2,5 - 4,5 p.100 suivant les mélasses), par les effets physiologiques qu'il provoque chez l'animal, qui mérite le plus d'attention. Le potassium, cation typiquement intra-cellulaire apparaît schématiquement dans la régulation de l'équilibre ionique du milieu intérieur comme "l'antagoniste" du sodium fortement répandu dans les liquides extra-cellulaires. Une ingestion importante de potassium déclenche une élimination accrue, en majeure partie urinaire, de sodium (12). Chez le porcelet cependant, le retentissement sur l'excrétion sodique urinaire d'une ingestion importante de

potassium apparaît moins net que pour les autres espèces domestiques.

A la propriété précédente, s'ajoute un effet irritant pour le rein. Effet irritant attribué à la présence de l'ion nitrate auquel le potassium est associé dans les mélasses.

Toutefois, les essais effectués par le Professeur FERRANDO qui ont comporté une incorporation modérée de mélasse de l'ordre de 20 p.100 dans la ration du porc charcutier (sous réserve d'une légère supplémentation en chlorure de sodium), ont pu être poursuivis avec aucun inconvénient rénal ou urinaire (19,20).

En définitive, si quelques accidents pathologiques rapportés par la littérature assombrissent le tableau des possibilités alimentaires de la mélasse, on ne peut inéluctablement incriminer le potassium. Dans la plupart des cas, les effets qu'il provoque ne font que traduire une incorporation excessive de mélasse dans une ration forcément déséquilibrée. Et notamment, les vitamines pour certaines d'entre elles réclament un nouvel ajustement des apports.

d) Vitamines:

La mélasse est pratiquement dépourvue de vitamines. Vu le rôle primordial des vitamines hydrosolubles du groupe B, et en particulier la vitamine B1 dans le métabolisme des glucides, une déficience d'apport pour des régimes à base de mélasse ne va pas sans troubles pathologiques (Slagsvold 1948). D'autant que la synthèse intestinale des vitamines B est loin d'avoir chez un monogastrique le rendement qu'on lui connaît chez un ruminant.

Mieux renseigné maintenant sur la composition chimique des mélasses et les corrections de régime que leur usage nécessite, quelle valeur alimentaire doit-on leur accorder?

3° - VALEUR ALIMENTAIRE DES MELASSES -

La présence de 50 p.100 de sucre dans la mélasse en fait un aliment essentiellement énergétique mais, par contre, déficient en protéines, en calcium, en phosphore et en vitamines. Son association à d'autres principes nutritifs est de règle si l'on veut constituer l'équilibre alimentaire caractérisant chaque ration. Dès lors, l'appréciation de sa valeur alimentaire, à travers des critères comme la digestibilité et la valeur énergétique, ne peut-elle être entreprise indirectement que par ce biais.

a) Digestibilité et utilisation métabolique:

La digestibilité d'un aliment ou d'un constituant d'un aliment représente la différence entre la quantité ingérée et celle retrouvée dans les fèces. Le coefficient de digestibilité exprimé par un pourcentage mesure cette quantité retenue au cours du transit digestif.

La digestibilité de la mélasse en elle-même est très bonne. Ses sucres ont un coefficient de digestibilité voisin de 100 (2).

Mais l'incorporation de mélasse dans un aliment-porc, au taux de 20 p.100 en remplacement d'une partie de l'orge de la ration, nécessite le relèvement de deux points du taux protéique pour faire disparaître tout écart avec les performances zootechniques du lot témoin. On justifie l'adjonction de ce supplément protéique par l'assimilation précoce et rapide de la mélasse qui aurait pour effet d'augmenter le rapport calories de la ration (21).
protéines

Aussi, pour une incorporation donnée, le respect de l'équilibre alimentaire qui doit toujours exister entre les divers constituants de la ration permet d'éviter la détérioration de la digestibilité d'ensemble ou même une diminution de l'utilisation métabolique des nutriments que l'on aurait pu craindre à priori.

b) Valeur énergétique:

L'espèce animale, le taux d'incorporation, les interactions avec les autres constituants de la ration ont, comme nous l'avons vu précédemment, un retentissement sur la digestibilité d'ensemble d'un régime mélassé. Aussi, dans les conditions propres à chaque usage, une détermination expérimentale seule peut mesurer la valeur réelle de l'énergie nette de production.

Cependant dans la pratique, et avec une approximation suffisante la valeur énergétique habituellement admise pour la mélasse est de 0,75 U.F. par Kg brut (21). Ramenée à une humidité de 13 p.100, qui est celle de l'ensemble des grains employés en alimentation animale, cette valeur énergétique s'élève à: 0,83 U.F./Kg.

Une conséquence immédiate de cette haute valeur énergétique est l'effet adipogénique marqué de la mélasse. En particulier chez le porc elle donnerait un lard ferme et soi-disant de qualité. Argument de peu de valeur, d'une part pour le consommateur actuel, et, d'autre part, devant les autres améliorations des performances zootechniques qu'elle apporte.

4° - LA MELASSE DANS L'ALIMENTATION DU PORC -

A ce propos deux essais comportant chacun 18 porcs et poursuivis tous deux par le Professeur FERRANDO (19, 20) paraissent assez démonstratifs. Pour le premier essai, les 18 porcs de race Large-White, âgés d'environ de deux mois et demi en début d'expérimentation, sont répartis en trois lots A, B et C de six sujets chacun et sont soumis aux régimes suivants:

a) Première expérience:

Composition des régimes	Lot témoin A	Lot B	Lot C
Orge.....	51	34	20
Avoine.....	10	10	10
Recoupettes.....	20	20	20
Farine de luzerne.....	5	8	11
Tourteau d'arachide.....	5	9	9
Farine de poisson.....	5	6	6
Mélasse.....	0	10	20
Condiment minéral.....	4	4	4

Les teneurs en matières protéiques brutes totales (compte tenu de l'azote non protéique de la mélasse dans les formules B et C) se répartissent comme indiqué ci-après, alors que la détermination "in vitro" du taux des matières azotées digestibles fournit une valeur commune de 9,8 p.100:

p. 100	Lot témoin A	Lot B	Lot C
Matières protéiques brutes M.P.B.....	12,5	13	14,25
Matières azotées digestibles M.A.D.....	(----- 9,8 -----)		

Résultats:

Aucun accident alimentaire ou autre n'est mentionné. Les valeurs des performances de croissance, de la détermination du rendement moyen carcasse effectuée 24 heures après l'abattage et du taux d'humidité de la viande évalué dans les deux heures suivant l'abattage sont rapportées

ensemble dans le tableau suivant:

REGIME	Moyenne du Lot			
	Croissance g/j	Indice de consomma- tion: Kg	Rendement carcasse p.100	Humidité p.100
LOT A - témoin.....	465 $\pm$ 86	4,2	70,1	70,8
LOT B - Régime de ba- se + 10 p.100 mélasse.....	430 $\pm$ 67	4,5	69,3	75,96
LOT C - Régime de ba- se + 20 p.100 mélasse.....	399 $\pm$ 40	4,7	68,05	76,93

TABLEAU VII -

Performances de porcs recevant un régime contenant ou non de la mélasse:

BROOKS et IWANAGA (1967 - 8), qui emploient des mélasses de cannes à sucre dans des régimes de porcs à l'engrais, obtiennent des résultats comparables à ceux-là avec le régime comportant la plus forte incorporation de mélasse (49,8 p.100). Par contre, dans les conditions de leur expérience, une addition de mélasse qui représente 10 p.100 du régime n'influence pas significativement la vitesse de croissance, l'efficacité alimentaire ou l'épaisseur du lard.

Ici, une détérioration évidente, à la fois de la vitesse de croissance, de l'indice de consommation et du rendement carcasse, affecte le lot C et à un moindre degré le lot B.

En outre, en cours d'expérience, l'appréciation des densités bactériennes des fèces et la mesure de leur teneur en matières protéiques laissent supposer que l'addition de mélasse diminue la digestibilité de l'azote protéique de la ration. C'est pourquoi le relèvement du

taux de protéines brutes à 16 p.100 environ dans des régimes qui comportent 20 p.100 de mélasse est testé dans une seconde expérience.

b) Seconde expérience:

Le protocole expérimental est identique à celui de la première expérience, si ce n'est le changement apporté dans la constitution des aliments.

Composition des régimes	Lot témoin 1	Lot 2	Lot 3
Orge.....	56	40	40
Avoine.....	5	4	4
Recoupettes.....	20	5	5
Farine de luzerne.....	5	8	8
Tourteau d'arachide.....	5	11	11
Farine de poisson.....	5	8	8
Mélasse.....	0	20	20
Condiment minéral.....	4	4	4
SO ₄ Cu (250 mg/Kg).....	0	+	0

Les formules 2 et 3 enrichies en chlorure de sodium ont été administrées complètement aux animaux à la suite d'une période d'adaptation progressive de 8 jours.

Les teneurs en matières protéiques brutes totales et celles en matières azotées digestibles figurent dans le tableau ci-après:

p.100	Lot témoin 1	Lot 2	Lot 3
Matières protéiques brutes M.P.B.....	14	15,3	15,3
Matières azotées digesti- bles M.A.D.	9	10,25	10,47

Résultats:

Aucune diarrhée, pas d'intolérance digestive et aucun indice d'albuminurie à signaler, mais seulement un cas de pleuro-pneumonie qui provoqua la mort d'un sujet du lot témoin.

En fin de période d'engraissement, 48 heures avant l'abattage, on modifie ainsi le régime: l'aliment du lot témoin 1 est distribué durant 24 heures à l'ensemble des porcs; le lendemain, c'est-à-dire la veille de l'abattage, diète hydrique générale.

Les résultats des mesures effectuées en loge, puis à l'abattoir, sont réunis dans le tableau suivant:

REGIME	Moyenne du Lot			
	Croissance g/j	Indice de consomma- tion: Kg	Rendement carcasse p.100	Humidité p.100
Lot 1 témoin	516 $\pm$ 76	4,54	71,6 $\pm$ 1,7	70,61
Lot 2 (20 p.100 mélasse + 250 mg/Kg de SO ₄ Cu).....	502 $\pm$ 56	4,50	73,1 $\pm$ 2,4	68,84
Lot 3 (20 p.100 mélasse).....	495 $\pm$ 53	4,58	71,5 $\pm$ 1,1	69,45

TABLEAU VIII -

Performances de porcs recevant un régime contenant ou non de la mélasse:

Ces résultats confirment les hypothèses émises: les modifications apportées à la ration qui comporte 20 p.100 de mélasse et l'observation d'une diète 48 heures avant l'abattage corrigent les quelques

inconvénients relevés au cours de la première expérience. A noter à nouveau une réduction des densités bactériennes intestinales sur les animaux des lots 2 et 3. Cette disparition microbienne est quasi complète avec l'utilisation du sulfate de cuivre. Il existe donc, chez les monogastriques, une interaction entre la nature des glucides alimentaires et l'importance de la flore intestinale, certes moins marquée que pour un ruminant mais cependant plus importante qu'on peut croire habituellement.

Finalement, l'utilisation de la mélasse dans l'alimentation du porc de 25 à 100Kg ne semble pas poser de problèmes majeurs si l'on corrige en conséquence l'équilibre alimentaire de la ration. Comparée à un régime classique à base d'orge, elle donne d'aussi bons résultats tout en ayant l'avantage de diminuer l'incidence du coût alimentaire (4, 21).

Dans ces conditions, on peut simplement regretter que, devant la persistance du déficit français en viande de porc, on n'ait pas préféré plus tôt l'adoption et la vulgarisation de cette pratique alimentaire à la fabrication d'alcool par distillation des excédents de mélasse et parfois de sucre.

III - LE SUCRE DANS L'ALIMENTATION DU PORC A L'ENGRAIS

A priori, il peut paraître paradoxal de vouloir utiliser un produit aussi noble que le sucre en alimentation animale. D'autant que certains ont déjà prédit, pour 1980, un risque de pénurie mondiale (29).

Quelques précisions sur l'organisation de l'économie sucrière vont permettre de comprendre:

1° - JUSTIFICATION DE CET USAGE ALIMENTAIRE -

- Récemment, des pays en voie de développement et producteurs de cannes à sucre, tels les Antilles Britanniques ou l'Ile Maurice, ont opté pour une diversification de leur économie trop axée jusque là sur la monoculture. D'autres, en dépit de leurs avantages climatiques et de leurs ressources en hommes, tels le Vénézuéla, la Colombie, Porto-Rico et Saint-Domingue, ont dû délibérément réduire une production devenue trop coûteuse par suite de la poussée des salaires.

Dans le même temps, l'accroissement démographique et l'élévation du niveau de vie entraîne une consommation accrue dans les pays occidentaux:

	<u>1950-60</u>	<u>1975</u>
Français.....	29	36
Allemand	29	34
Italien.....	19	28
Hollandais.....	41	46
Belge.....	32	35
Luxembourgeois.....	32	35
Britannique.....	-	46
Irlandais.....	-	50
Danois.....	-	48

TABLEAU IX -

Consommation de sucre en Kg, par habitant et par an (1975, 43):

Il en résulte un amenuisement régulier des stocks mondiaux de sucre depuis 1970.

- Mais il faut savoir qu'auparavant, en industrie sucrière (24,25), comme c'est perceptible actuellement dans d'autres domaines agricoles, les excédents de production ont occasionné aux pays qui les possédaient des pertes économiques considérables.

En effet, des contrats internationaux, passés à des prix préférentiels, unissent la plupart des pays producteurs aux pays importateurs. Or, la production betteravière concentrée sur 3 à 4 mois de l'année, est étroitement tributaire des conditions climatiques et peut difficilement être ajustée aux besoins d'une consommation fluctuante et forcément limitée. A plus longue échéance, son développement ne peut s'effectuer de façon linéaire mais, au contraire, en dents de scie d'autant qu'il s'agit, et encore davantage actuellement, d'une production condamnée à l'expansion.

Inévitablement, dans cette conjoncture, des excédents sucriers apparaissent. Et alors, en dehors d'un stockage souvent onéreux, de la

distillation en alcool: opération non rentable, et de quelques débouchés pharmaceutiques ou chimiques peu importants, la seule issue offerte à cette surproduction est d'être liquidée à perte sur le marché libre mondial. Dans ces conditions, l'alimentation animale offre un double intérêt:

- D'une part, écouler à meilleur prix les excédents sucriers.
- D'autre part, abaisser le coût alimentaire des productions animales.

C'est dans cette perspective qu'Haufman G., en 1968 (25) a voulu préciser les possibilités d'utilisation du sucre dans l'alimentation du porc charcutier.

Bien que, dès 1908, Alquier J. (2) préconisait déjà l'emploi du sucre chez le porc à raison de 0,9 à 1 Kg pour 100 Kg de poids vif, sous réserve que la ration ne soit pas trop pauvre en protides.

Nous rappellerons succinctement au préalable les caractéristiques physico-chimiques et alimentaires du sucre qui justifient cet inhabituel emploi alimentaire.

2° - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET VALEUR ALIMENTAIRE DU SUCRE -

La saveur et le goût particulier du sucre en font un aliment apprécié des animaux domestiques et en particulier du porcelet (46).

Sa forte solubilité dans l'eau: 2,6 Kg/l à 20°C facilite sa bonne assimilation qui est quasi immédiate (50). Environ 90 p.100 de la quantité de saccharose est retenue par le tube digestif (22). Le stockage s'effectue essentiellement au niveau du foie, en moindre quantité au niveau du muscle, sous forme de glycogène.

De l'utilisation métabolique du glycogène suivant la voie de la glycolyse anaérobie, on retiendra deux points particuliers:

- D'une part, l'intervention du coenzyme: le pyrophosphate de thiamine: (vitamine B1) dans la réaction de décarboxylation oxydative de l'acide pyruvique (36).

- D'autre part, la grande quantité d'énergie (38 A.T.P./mole - 22) qu'elle dégage.

Ce qui d'un point de vue pratique équivaut comme valeur énergétique, selon le document technique des principales "Recommandations Industrielles en alimentation animale" à 1,31 U.F./Kg de sucre utilisé dans l'alimentation du porc (1).

Cette valeur, que nous retiendrons par la suite, s'avère pratiquement identique à celle adoptée dans l'expérimentation que nous allons maintenant relater.

3° - LE SUCRE DANS L'ALIMENTATION DU PORC -

Les capacités digestives du porc (14) et son exceptionnel pouvoir de transformation de l'énergie, comme le montre le tableau ci-après, en font parmi les animaux domestiques un des plus aptes à valoriser un régime à base de sucre.

Aliments	Boeuf	Mouton	Lapin	Porc	Poule Pondeuse
1 Kg d'amidon digestible (4185 Kcal)	2360	2504	2590	3491	2393
1 Kg de graisse digestible (9500 Kcal)	5700	6771	5798	8608	7445
1 Kg de protéines digesti- bles (5710 Kcal)	2220	2106	2213	3511	2475

TABLEAU X -

Energie nette en K Cal fournie par des aliments simples dans diverses espèces:

Néanmoins, dans quelle proportion l'énergie habituellement amenée par les céréales peut-elle être remplacée par le sucre?

L'expérimentation conduite par G. Haufman (25) va nous permettre d'y répondre. 24 porcs Large-White de 35-40 Kg sont répartis en 6 lots de quatre porcs chacun. Un lot comporte 2 mâles castrés et 2 femelles. Les 4 premiers lots reçoivent un régime à base de sucre, alors que les 2 derniers lots témoins consomment un aliment du commerce à base de céréales. La période d'engraissement a été partagée en deux temps. Au cours de la première moitié de l'expérience, la composition des régimes distribués est la suivante:

a) Première moitié de l'expérience: (56 jours)

Composition des régimes en g.p.100

Aliments à base de sucre			Aliment complet du commerce utilisé durant toute la durée de l'expérience	
	Lots			Lots
	I et II	III et IV		V et VI
Sucre.....	600	580	Orge.....	550
Tourteau de soja cuit...	250	250	Son de blé.....	220
Farine de poisson.....	100	100	Tourteau de coprah mélas-	
Composé minéral vitaminé.	50	50	sé 50 p.100.....	70
Tourteau de pépins de raisins.....		20	Farine de viande.....	40
Supplémentation: mg p.100			Farine de poisson.....	10
Spiramycine.....		20	Tourteau de soja cuit....	60
β thiényl acrylate de			Levure de distillerie....	10
cuivre.....		200	Farine de luzerne.....	10
			Composé minéral vitaminé..	30

Analyse centésimale des alimentsCaractéristiques de l'équilibre alimentaire

Aliments des Lots	I et II	III et IV	V et VI
<u>En g.p.100</u>			
Humidité.....	2,40	2,49	10,46
Matière sèche.....	97,60	97,51	89,54
Matières protéiques brutes(N x 6,25)	18,11	18,61	18,17
Matières grasses.....	1,32	1,42	3,39
Cellulose.....	2,28	2,85	5,52
Matières minérales.....	6,23	7,24	7,48
Phosphore.....	0,72	0,76	0,99
Calcium.....	1,61	1,58	1,43
Sodium.....	0,37	0,39	0,32
Potassium.....	0,64	0,60	0,88
Vitamine A: U I/Kg.....	20440	18160	5460
<u>Equilibre Alimentaire</u>			
Valeur fourragère.....	1,15	1,13	0,90
Valeur de la relation nutritive.	I/4	1/4	1/4,2
Rapport Calories/protéines.....	207	204	214

D'un aliment à l'autre, pour un taux protéique analogue, on remarque un taux en cellulose plus élevé dans l'aliment témoin. A ce propos, un premier essai non rapporté révèle, chez les porcs qui reçoivent comme aliment à base de sucre celui des lots I et II actuels, une nette tendance à l'engraissement. En conséquence, dans la seconde moitié de l'expérience, la composition adoptée pour les régimes sucrés est la suivante

b) Seconde moitié de l'expérienceComposition des régimes en g.p.100

L O T S	I	II	III et IV
Sucre.....	500	600	500
Tourteau de soja cuit.....	250	250	250
Farine de poisson.....	70	100	100
Composé minéral vitaminé.....	50	50	50
Tourteau de pépins de raisins.....			100
Son de blé	130		
Supplémentation (mg p.100)			
Spiramycine.....			20
β thiényl acrylate de cuivre.....			200

Le régime des porcs témoins des lots V et VI reste inchangé (voir plus haut).

Analyse centésimale des alimentsCaractéristiques de l'équilibre alimentaire

Aliments des Lots	I	II	III et IV	V et VI
<u>En g.p.100</u>		(nouvelle analyse)		
Humidité.....	3,15	2,30	3,15	10,46
Matière sèche.....	96,85	97,30	96,5	89,54
Matières protéiques brutes (N x 6,25)	18,54	18,90	18,99	18,17
Matières grasses.....	1,49	1,44	1,57	3,39
Cellulose.....	4	2,60	4,95	5,52
Matières minérales.....	7,15	7,25	6,67	7,48
<u>Equilibre alimentaire</u>		(inchangé)		
Valeur fourragère.....	1,10	1,15	1,03	0,90
Valeur de la relation nutritive.....	1/4,3	1/4	1/3,6	1/4,2
Rapport calories/protéines	218	207	190	214

Le comportement de l'ensemble des animaux fut normal, excepté un cas de diarrhée rebelle sur un porc du lot I qu'un traitement à base de spiramycine jugula en quatre jours.

c) Expérience en totalité

Dans les conditions précédemment établies, les performances d'élevage et le coût alimentaire relatif à la durée complète de l'expérience (105 jours) regroupés dans le tableau suivant ont pour valeur:

Lots	I	II	III	IV	V	VI
Poids initial.. Kg.....	31,50	38,35	38	38	39,50	39
Poids final.... Kg.....	99,50	100,75	100,50	100,25	98,50	99,50
Gain de poids.. Kg.....	68	62,50	62,50	62,50	59	60,50
Aliments consommés.(Kg..	209,5	210,2	210,2	210,2	237,8	237,8
(U.F.	235	241	227	227	214	214
Indice de consommation (Kg	3,08	3,36	3,36	3,37	M = 3,98	
tion (U.F.	3,35	3,85	3,63	3,65	M = 3,98	
Gain de poids par porc, par jour g.....	647	595	595	593	562	576
Pourcentage d'amélioration ou de déficit de l'indice de consommation par rapport aux témoins	+22,6	+15,5	+15,5	+15,3		
(%Kg						
U.F.	+ 3,6	-7,5	-1,4	-1,9		
Coût alimentaire d'un Kg de croît (F).....	1,75	1,97	1,87	1,88	1,81	1,77

TABLEAU XI -

Résultats sur la durée complète de l'expérience

Si l'on compare les porcs recevant du sucre aux témoins, une amélioration approximative de 15 p.100 de l'indice de consommation exprimé en Kg est à relever en faveur des porcs recevant le sucre. En fonction des U.F., cette amélioration n'existe plus: les porcs nourris au

sucres consomment autant d'énergie que les autres par Kg produit. Les coûts alimentaires sont semblables.

Pour ce qui est de la conformation des carcasses et du prix de vente moyen au Kg, les valeurs se répartissent ainsi:

Lots	I	II	III	IV	V	VI
Epaisseur moyenne du lard: en mm.....	28,8	29,5	29,7	29,7	23,7	22
Qualification des carcasses	III	II	III	III	II	II
	III	III	III	III	II	III
	III	III	II	III	II	I
	II	II	III	II	I	I
Prix moyen du Kg.....	2,67				2,97	

TABEAU XII -

Compte rendu d'abattage. Prix de vente des carcasses

A l'évidence, les porcs nourris au sucre sont plus gras que les porcs témoins. La dépréciation de 0,30 F/Kg subie sur les carcasses des animaux élevés au sucre apparaît comme l'inconvénient majeur de cette utilisation alimentaire. Mais vu la valeur des apports énergétiques journaliers durant les deux dernières semaines:

Lots	I	II	III	IV	V	VI
Rations U.F./j.....	3,08	3,22	2,88	2,88	2,70	2,70

Il est permis de penser qu'une restriction énergétique plus stricte en fin d'engraissement, par une élévation plus importante et plus précoce du taux cellulosique de la ration, devrait facilement corriger ce défaut de conformation.

En définitive, la majeure partie des besoins énergétiques du porc à l'engrais peut être couverte par le sucre d'un régime en contenant 50 p.100. Si vis à vis des régimes à base de céréales le coût alimentaire est analogue, par contre un rationnement énergétique plus sévère que celui habituellement suivi en fin d'engraissement doit être adopté si l'on veut corriger le net effet adipogénique du sucre.

Récemment, Ferrando R. et Fromageot D. (1973 - 22) préconisaient chez le porc charcutier, pour une incorporation de 30-35 p.100 de sucre dans la ration, un relèvement à 17-18 p.100 du niveau protéique et la pratique du système de rationnement plafonné.

En effet, pour des utilisations de sucre nettement supérieures chez le porc, Brooks (1972 - 9) remarque l'apparition de diverses lésions vasculaires.

4° - LE SUCRE ET LA PATHOLOGIE -

Avec un taux de sucre qui représente 65 p.100 de la ration distribuée pendant 4 à 6 mois au porc, des lésions cardiaques localisées à l'oreillette gauche apparaissent. A l'oeil nu, ce sont des plages dégénératives de 1 à 5 mm de diamètre irrégulièrement réparties sur la paroi auriculaire.

L'histologie révèle en cet endroit une dégénérescence des fibres myocardiques accompagnée parfois de nécrose suivant le stade d'avancement de la lésion. Une invasion par des éosinophiles, des cellules géantes indifférenciées et des fibroblastes peut accompagner cette lésion d'endocardite granulomateuse calcifiante.

Simultanément, il est constaté que:

- Le remplacement de 10 p.100 du sucre par du suif ou de l'huile de palme améliore partiellement les lésions.

- L'adoption, par contre, d'un taux élevé de thiamine (4,4 mg/Kg) les aggrave.

- La supplémentation du régime par 0,15 p.100 de DL méthionine demeure sans effet.

De nouveaux essais (1973 - 10) précisent qu'un syndrome hémorragique et une élévation du temps de Quick (lié au taux de prothrombine) accompagnent ces lésions cardiaques. Les différents régimes testés ajustés sur la base de 15 p.100 de protéines au-dessous de 55 Kg, 13 p.100 au-delà, montrent que:

- Pour un taux d'incorporation de glucide commun (63 p.100), l'intensité des lésions cardiaques et du syndrome hémorragique est moins marquée avec le glucose qu'avec le sucre.

- Les troubles sont d'autant plus nets que le porc jeune consomme du sucre plus précocement; à tel point que des lésions cardiaques localisées à l'oreillette et au ventricule droits sont susceptibles d'apparaître.

- Le moment le plus propice à l'apparition du syndrome hémorragique semble se situer 2 à 4 semaines après l'adoption du régime sucré.

- La supplémentation de la ration en vitamine K (1 mg/Kg) corrige l'ensemble des troubles signalés. Ce qui laisserait supposer une carence vitaminique K inhérente à l'utilisation de régimes fortement sucrés.

- La supplémentation du régime en chlortétracycline (Auréomycine) à raison de 440 mg/Kg évite seulement des lésions cardiaques. Bien qu'aucun agent infectieux n'ait été identifié, cette action donne à penser que la pathogénie des lésions cardiaques est différente de celle du syndrome hémorragique.

Quoiqu'il en soit, nous retenons essentiellement, pour l'instant, les recommandations d'emploi résultant des divers essais précédemment évoqués. Pour le travail que l'on se propose d'effectuer, elles vont nous guider dans le choix des modalités d'utilisation du déchet sucré de châtaignes.

IV - LE SOUS PRODUIT SUCRE DE CHATAIGNES DANS

L'ALIMENTATION DU PORC A L'ENGRAIS

1° - PRINCIPALES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET ALIMENTAIRES PRIX DE REVIENT -

D'une façon générale, le sous-produit sucré utilisé représente un résidu de la fabrication de la confiture de châtaignes. En réalité, deux types de confiture sont à distinguer suivant qu'il y a ou non addition de sucre en cours de préparation:

- D'une part, la crème de marron, avec apport extérieur de sucre sous forme de sirop. C'est de sa fabrication que l'on retire le sous produit en question.

- D'autre part, la purée de marron, dont la confection est conduite sans apport de sucre.

Quant à l'importance quantitative des deux, il faut savoir que, pour 6000 à 7000 tonnes de crème de marrons produites annuellement en France, on fabrique seulement 1700 tonnes de purée de marrons.

Exceptée la différence dans l'usage du sucre, la technologie de fabrication est commune:

a) Origine du sous-produit sucré:

Les châtaignes ordinaires destinées à la confection de la

crème de marrons subissent au préalable un triage par flottaison dans l'eau. Versées dans de grandes cuves, les fruits desséchés, véreux ou moisiss montent en surface par différence de densité.

Les châtaignes bonnes recueillies sont immédiatement ébouillantées à 120°C à la vapeur pendant 3 à 4 minutes.

Par l'intermédiaire des godets d'une chaîne tournante, les fruits partiellement cuits parviennent à un broyeur constitué de deux cylindres jointifs qui tournent en sens inverse. A la sortie, on recueille un mélange de pulpe et d'épluchures. La majeure partie des épluchures est isolée de ce mélange par vibration, associée à une énergique ventilation. Seuls quelques débris de première et seconde peau surtout, dispersés et enfouis par le broyage au sein de la pulpe des fruits, échappent à cette séparation.

La farine de châtaignes ainsi constituée est soumise à une précuisson de 3 à 4 minutes à la température de 60°C. A l'issue de celle-ci, on ajoute à poids égal le sirop de sucre, puis du sucre cristallisé, de l'eau, de la vanille et d'autres ingrédients divers. L'ensemble va cuire à 80-90°C. durant un quart d'heure.

Des chaudières, la crème de marrons non épurée est aspirée et conduite jusqu'au cylindre à centrifugation. C'est un cylindre constitué de fines grilles, qui comporte intérieurement sur son axe de nombreuses palettes disposées en spirales. Par rotation de l'axe, les palettes projettent, sur les parois perforées, la crème de marrons, dès sa pénétration dans le cylindre à centrifugation. La portion la plus fine traverse les grilles pour donner la crème de marrons épurée. Les reliquats d'épluchures et une partie de la pulpe inextractible progressent dans le cylindre avant d'être définitivement rejetés pour constituer le sous-produit sucré. Si un broyage initial plus fin des châtaignes ébouillantées améliore le rendement de l'extraction, qui est habituellement de 90 p.100, il en résulte un encrassement sérieux des appareils.

b) Aspect:

Le sous-produit sucré se présente comme une pâte gluante brunâtre dans laquelle on distingue facilement, à l'oeil nu, des fragments plus clairs de pulpe de châtaignes associés à des débris d'épluchures. La variation de qualité des châtaignes, d'une année sur l'autre et d'une période à l'autre dans la même année de production, l'affecte peu, tout comme le montrent les résultats d'analyses successives suivants:

c) Analyse chimique centésimale:

Un échantillon prélevé en 1968, N° 1, et trois autres prélevés en 1972, N° 2, 3, 4 ont révélé la composition suivante:

Echantillons	1	2	3	4	Moyenne
Humidité.....	36	34	32,5	35,5	34,5
Matières protéiques brutes...	2,6	3,1	2,6	2,6	2,7
Matières grasses.....		1,3	1,2	0,8	1,1
Cellulose.....	2,7	3	3,3	3,2	3
Matières Minérales:.....	0,5	0,9	0,75	0,9	0,76
Calcium.....			0,1		
Phosphore.....			0,35		
Sucre libre.....	35				
Glucides totaux en sucres intervertis.....		57,3	58,5	58,5	58,1
		99,6	99,30	101,5	100,16

La forte proportion de sucre, pour un taux particulièrement insignifiant de protéines brutes dont l'identification chimique n'a pas été entreprise étant donné certainement leur faible valeur alimentaire, en fait, à ce point de vue, un sous-produit essentiellement énergétique.

d) Valeur énergétique:

On se propose de le substituer à l'orge dans l'établissement d'une ration porc à l'engrais. Avant d'appliquer la formule de substitution énergétique de Leroy, il convient de calculer l'énergie métabolisable correspondant à 1 Kg de sous-produit (1).

En fonction du sous-produit brut:

	g/Kg	Energie métabolisable	
		Kcal/Kg	Kcal
Sucre.....	581	4050	2353
Cellulose.....	30	410	12,3
			<u>2365,3</u>

La quantité X Kg d'orge qu'on cherche à remplacer par 1 Kg de sous-produit nous est donnée par la formule:

$$X = \frac{M' - ms'}{M - ms}$$

où M est la quantité d'énergie métabolisable apportée par un Kg d'orge

ms - de matière sèche exprimée en g par Kg d'orge

M' - d'énergie métabolisable apportée par un Kg de sous-produit

ms' - de matière sèche exprimée en g par Kg de sous-produit

ce qui donne:

$$X = \frac{2365,3 - 655}{3000 - 870} = 0,803 \text{ Kg}$$

Selon la définition de l'unité fourragère:

- Un Kg d'orge = 1 U.F.

- Un Kg de sous-produit sucré représente 0,80 U.F.

En fonction du sous-produit sec:

$$\frac{0,80}{0,655} = 1,22 \text{ U.F./Kg de M.S.}$$

Une humidité importante accompagnant le sucre, la conservation de cette valeur énergétique, à l'inverse des facilités de conservation de la mélasse (21) est ici aléatoire. Malgré les précautions d'entreposage, des pertes inévitables interviennent. Leur analyse détaillée est nécessaire si l'on veut connaître le coût définitif de l'U.F.

e) Possibilités de conservation, d'utilisation: coût définitif à l'échelle de la porcherie:

Adopter ce sous-produit dans l'alimentation d'un élevage de porcs à l'engrais entraîne deux types de contraintes: le stockage et la distribution.

- Pertes au stockage - Incidence économique:

De par l'irrégularité même de l'approvisionnement et l'observation d'un vide sanitaire entre chaque bande de porcs produits, la constitution de stocks équivalant à un mois de consommation au moins est indispensable. Or, avec 34,5 p.100 d'humidité initiale, l'humidité relative de l'air ambiant est forcément en dessous de l'E.R.H. (Equilibrium Relative Humidity: c'est l'humidité relative de l'air en équilibre avec un produit d'une teneur en eau donnée) (47), le sous-produit sucré a tendance à sécher.

La dessiccation:

Elle s'élève environ à 6 p.100 du poids brut de départ par mois de séchage. Ce qui porte le prix de livraison du Kg de sous-produit sucré

$$\begin{array}{rcl} \text{à: } 13 & & \\ \hline & = & 13,82 \text{ cent/Kg} \\ 0,940 & & \end{array}$$

Cette dessiccation sur un produit jeté à terre sans soin est encore bien plus importante et progressivement les mottes initiales deviennent des masses noirâtres qui dégagent une odeur aigrelette caractéristique:

L'oxydation:

Ce type d'oxydation avec fermentation, que l'on retrouve au niveau des portions en contact avec le béton ou le métal du matériel de stockage, concerne environ 7,5 p.100 du poids brut de livraison. On peut admettre que la perte énergétique par dégradation qui en résulte correspond, en gros, à la concentration énergétique qui a lieu lors de la dessiccation simple. L'oxydation se résume alors à une simple perte massique qui majore et fixe le prix au Kg: 13,82

$$\begin{array}{rcl} \text{-----} & = & 14,94 \\ 0,925 & = & 15 \text{ cent/Kg} \end{array}$$

L'emploi du sous-produit stocké nous amène à parler de la répercussion économique de son exploitation.

- Contraintes d'utilisation - Distribution Incidence économique

Du matériel et un équipement spécial adaptés à l'utilisation de ce sous-produit sucré dans le fonctionnement de la porcherie d'engraissement de 400 animaux, ont dû être mis en service. Pour une consommation annuelle voisine de 230 tonnes, les investissements supplémentaires demandés se décomposent ainsi:

- Matériel de stockage manutention:

100 caisses de bois à armature métallique	
300,- F. x 100.....	30.000,- F
1 Transpalette.....	1.500,- F

Report... 31.500,- F

- Matériel d'utilisation:

1	Bascule romaine 2000 Kg)	1.500,- F
1	Broyeur électrique 8 CV) occasions....	2.500,- F
2	Chaudière-eau électriques de 200 l à ac-	
	cumulation... 3.050,- F x 2.....	6.100,- F

- Matériel de mélange et de distribution:

I Bac mélangeur-distributeur: 750 l.....	7.000,- F.
	48.600,- F.

Si l'on envisage un amortissement "constant" sur 5 ans (33) de ce matériel spécifique d'exploitation, pour une dépréciation annuelle (usure, casse, réparation.....) de 20 p.100 de sa valeur d'origine, ceci revient à majorer le Kg de sous-produit employé de:

$$\frac{48.600,-}{5.230.1000} = 4,22 \text{ cent/Kg}$$

Le montant des intérêts composés à 12 p.100 sur 5 ans du capital matériel immobilisé par cet usage représente une rente globale au bout de 5 ans de placement de:

$$48.600,- (1 + 0,12)^5 - 48.600,- = 37.049,77$$

La majoration qui en découle par Kg de sous-produit employé est de:

$$\frac{37.049,77}{5.230.1000} = 3,22 \text{ cent/Kg}$$

soit au total:

$$4,22 + 3,22 = 7,44 \text{ cent/Kg}$$

Il en résulte que la charge financière du matériel propre à l'utilisation et la distribution de ce sous-produit représente approximativement au Kg la moitié de son prix initial. Toutefois, l'amortissement des bâtiments et du matériel d'équipement des loges n'est pas pris en compte. Ces chiffres seuls suffisent à corroborer la constatation de Poly (1970) pour qui "les productions animales ont le triste privilège de requérir, en règle générale, des investissements assez lourds. Exprimés en charges d'amortissement et d'intérêt des investissements nécessaires à la production d'un quintal de denrée agricole, ils sont respectivement: pour le blé de l'ordre de 5 F., pour le lait de 15 F." (41).

Le prix de revient définitif au Kg de sous-produit sucré appelé à être employé est de:

$$15 + 7,44 = 22,44 \text{ cent/Kg}$$

Cependant, ces chiffres sont légèrement inférieurs à la réalité, car, et c'est vrai pour n'importe quel aliment utilisé en élevage, le loyer du capital immobilisé sous forme d'aliment consommé n'est récupéré qu'au moment de la vente du produit ou des animaux eux-mêmes. Dans un but de simplification des calculs du coût alimentaire, on néglige habituellement la majoration qui devrait en découler sur le prix de revient définitif de l'aliment distribué.

2° - REALISATION D'UN ALIMENT EQUILIBRE:

En vue de savoir dans quelle mesure le sucre du sous-produit de châtaignes peut, sans inconvénient majeur, couvrir les besoins énergétiques du porc à l'engrais. Pour cela, le principe d'un aliment contenant une quantité fixe de sous-produit sucré par Kg et distribué en fonction du poids des porcs est adopté. On se propose alors de comparer deux niveaux d'incorporation de sous-produit sucré.

- D'une part, l'incorporation habituelle à raison de 50 p.100 de la ration: le complémentaire habituel ou complémentaire témoin T est

mélangé à un poids égal de sous-produit sucré dans la constitution de l'aliment témoin T.

- D'autre part, l'incorporation nouvelle à raison de 75 p.100 de la ration. Le nouveau complémentaire ou complémentaire expérimental E entre dans la proportion de trois parties de sous-produit sucré pour une de complémentaire dans la constitution de l'aliment expérimental E.

Pour répondre aux recommandations précédemment évoquées à la suite des essais d'incorporation de mélasse, on veillera à ce que l'équilibre alimentaire de chacun des aliments T et E soit satisfaisant.

a) Valeurs caractéristiques de l'équilibre alimentaire:

Rappelons succinctement les définitions de ces valeurs

- Le rapport calories/protéines: il exprime l'équilibre existant entre l'énergie du régime et les matières protéiques qu'il comporte:

$$\text{R.C.P.} = \frac{\text{Energie métabolisable Kcal/Kg}}{\text{Matières protéiques}}$$

- La relation nutritive: même signification que le rapport précédent. Elle s'exprime par:

$$\text{R.N.} = \frac{\text{Matières protéiques digestibles}}{\text{Glucides digestibles + lipides dig. x 2,25}}$$

Le T.D.N.: "Total digestible nutrients" donné par les tables équivaut à:

$$\begin{aligned} \text{T.D.N.} &= \text{Matières protéiques digestibles} \\ &+ \text{Matières grasses digestibles x 2,25} \\ &+ \text{Cellulose digestible} \\ &+ \text{Extractif non azoté digestible} \end{aligned}$$

Une autre expression de la R.N. est alors:

$$R.N. = \frac{\text{Matières protéiques digestibles}}{T.D.N. - \text{Mat. protéiques digestibles}} = \frac{1}{n}$$

On distingue:

une R.N. étroite: (riche en protéines) R.N. = 1/3

une R.N. large: (pauvre en protéines) R.N. = 1/10

Ces valeurs calculées pour chaque aliment T et E sont mentionnées à la suite de leur composition respective découlant du taux d'incorporation envisagé.

b) Incorporation habituelle (50 p.100)

- Le complémentaire T:

Composition	g.p.100	Analyse chimique centésimale	g.p.100
Orge.....	150	Humidité.....	10,8
Blé tendre.....	150	Protéines brutes.....	23,5
Son fin.....	200	Matières grasses.....	2,4
Remoulage bis.....	100	Cellulose.....	5,1
Tourteau Soya 50 p.100	300	Matières minérales:	9,3
Tourteau de colza...	30	Ca.....	1,89
Farine de poisson (ou substitut).....	20	P.....	1,05
Composé minéral vitaminé	50	Vitamine A.....	12600 U.F./Kg
	1000	- D3.....	2100 - -
		- B1.....	2,7 mg/Kg
		- B2.....	3,6 -
		- PP.....	13,4 -
		Chlorure de choline...	210 -
		Vitamine B 12.....	8 γ /Kg

- Valeur alimentaire:Teneur en acides aminés principaux:

	p.100 du complémentaire brut
Méthionine.....	0,34
Méthionine + cystine.....	0,74
Lysine.....	1,27
Thréonine.....	0,84
Tryptophane.....	0,31

la valeur fourragère est de 0,86 U.F./Kg pour un prix d'achat de:
0,90 F/Kg.

- L'aliment T:Composition et valeur énergétique:

	g.p.100	Energie métabolisable		T.D.N. Kcal	Matières protéiques brutes		M.A.D. g.
		Kcal/Kg	Kcal		p.100	g.	
Sous-produit sucré (290,5 g sucre)	500	2345,3	1182,6	288,4	2,7	13,5	11,5
Orge.....	75	3000	225	54,8	10	7,5	8,4
Blé tendre.....	75	3230	242,2	59	11	8,2	7
Son fin.....	100	2100	210	51,2	15	15	12,8
Remoulage bis....	50	2820	141	34,4	16	8	6,8
Tourteau soya.... 50 p.100	150	3280	492	120	49	73,5	63
Tourteau colza	15	2650	39,7	9,6	36	5,5	4,6
Farine de poisson (ou substitut)	10	3750	37,5	9,1	72	7,2	6,1
Composé minéral..	25	-	-	-	-	-	-
	1000		2570	626,5		138,3	118,2

Valeur fourragère: 0,83 U.F./Kg brut

Rapport calories/protéines: R.C.P. = 217

Relation nutritive: R.N. = 1/4,3

Analyse chimique centésimale:

	g.p.100	Pour une incorporation équivalente de sucre cristallisé
Humidité.....	22,7	5,7
Matière sèche totale.....	77,3	94,3
Matières protéiques brutes	13,8	16,8
Matières grasses.....	1,8	2,2
Cellulose brute.....	4	4,8
Matières minérales.....	5	6,1
E.N.A.	52,6	64,1

c) Incorporation nouvelle: (75 p.100)

- Le complémentaire E:

Composition	g.p.100	Analyse chimique centésimale	g.p.100
Tourteau de soya.....	725	Humidité.....	9,4
50 p.100		Protéines brutes.....	39,1
Tourteau de colza....	40	Matières grasses.....	1,4
Son fin.....	145	Cellulose.....	4,1
Composé minéral.....	90	Matières minérales:	14,4
Vitaminé + Méthionine (Q.S./Besoins)		Ca.....	3
	1000	P.....	2,4
		Vitamine A.....	32000 U.F./Kg
		- D3.....	6400 - -
		- BI.....	6 mg/Kg
		- B2.....	12,5 -
		- PP.....	89 -
		Chlorure de choline	480 -
		Vitamine B 12.....	60 γ /Kg

- Valeur alimentaire:

Teneur en acides aminés principaux:

	Supplémentation	p.100 du complémentaire brut
Méthionine.....	0,60%	1,15
Méthionine + cystine	0,60%	1,80
Lysine.....		2,46
Thréonine.....		1,55
Tryptophane.....		0,58

La valeur fourragère est de 0,83 U.F./Kg pour un prix d'achat de:
1,30 F/Kg.

- L'aliment E:

Composition et valeur énergétique:

	g.p.100	Energie métabolisable		T.D.N. Kcal	Matières protéiques brutes		M.A.D. g.
		Kcal/Kg	Kcal		p.100	g.	
Sous-produit sucré (435,7 g.sucre)	750	2365,3	1774	432,6	2,7	20,2	17,5
Tourteau de soya 50 p.100	181,2	3280	594,3	145	49	88,8	77,2
Tourteau de colza	10	2650	26,5	6,4	36	3,6	3,1
Son fin.....	36,2	2100	76	18,5	15	5,4	4,7
Composé minéral vitaminé + méthionine(Q.S./Besoins)	22,5	-	-	-	-	-	-
	999,9		2470,8	602,5		108	102,5

Valeur fourragère: 0,82 U.F./Kg brut

Rapport Calories/protéines: R.C.P. = 241

Relation nutritive: R.N. = 1/4,8

Analyse chimique centésimale:

	g.p.100	Pour une incorporation équivalente de sucre cristallisé
Humidité.....	28,2	2,7
Matière sèche totale.....	71,8	97,3
Matières protéiques brutes	11,8	16
Matières grasses.....	1,1	1,5
Cellulose brute.....	3,2	4,3
Matières minérales.....	4,1	5,5
E.N.A.....	51,5	69,8

La fixation des quantités d'aliments T et E distribués journellement en fonction du poids des porcs qui les reçoivent nous amène à définir le plan d'alimentation.

3° - COMPARAISON DE DEUX PLANS D'ALIMENTATION:

Le maintien d'une vitesse de croissance rapide chez le porc à l'engrais est un objectif contraire à l'obtention d'une composition corporelle satisfaisante (17,34). Sur ces deux paramètres de production l'effet du rationnement alimentaire, dans le cas d'un aliment donné distribué à des animaux de même sexe, se révèle déterminant (44,49). C'est pourquoi, nous nous proposons de comparer, afin de retenir pour un usage ultérieur la solution la plus avantageuse, deux plans d'alimentation.

- D'une part, celui habituel jusque là employé avec l'aliment T et qui, croissant de 30 à 100 Kg, s'appellera dorénavant rationnement progressif p.

- D'autre part, celui nouveau qui, croissant de 30 à 60 Kg, puis plafonné de 60 à 100 Kg, correspondra au rationnement plafonné P.

Avec ces deux rationnements, les apports énergétiques journaliers en fonction du poids des porcs prennent les valeurs suivantes:

Poids Kg Rationnement		30	40	50	60	70	80	90	100
P	Femelles et Mâles	1,12	1,49	1,87	2,24	2,32	2,66	3	3,32
	Femelles	1,46	1,85	2,20	2,50	2,60	-	-	-
P	Mâles	1,40	1,70	1,95	2,20	2,30	-	-	-

TABLEAU XIII -

Comparaison des apports énergétiques journaliers U.F./j:

Le graphique qui suit représente schématiquement ces valeurs:

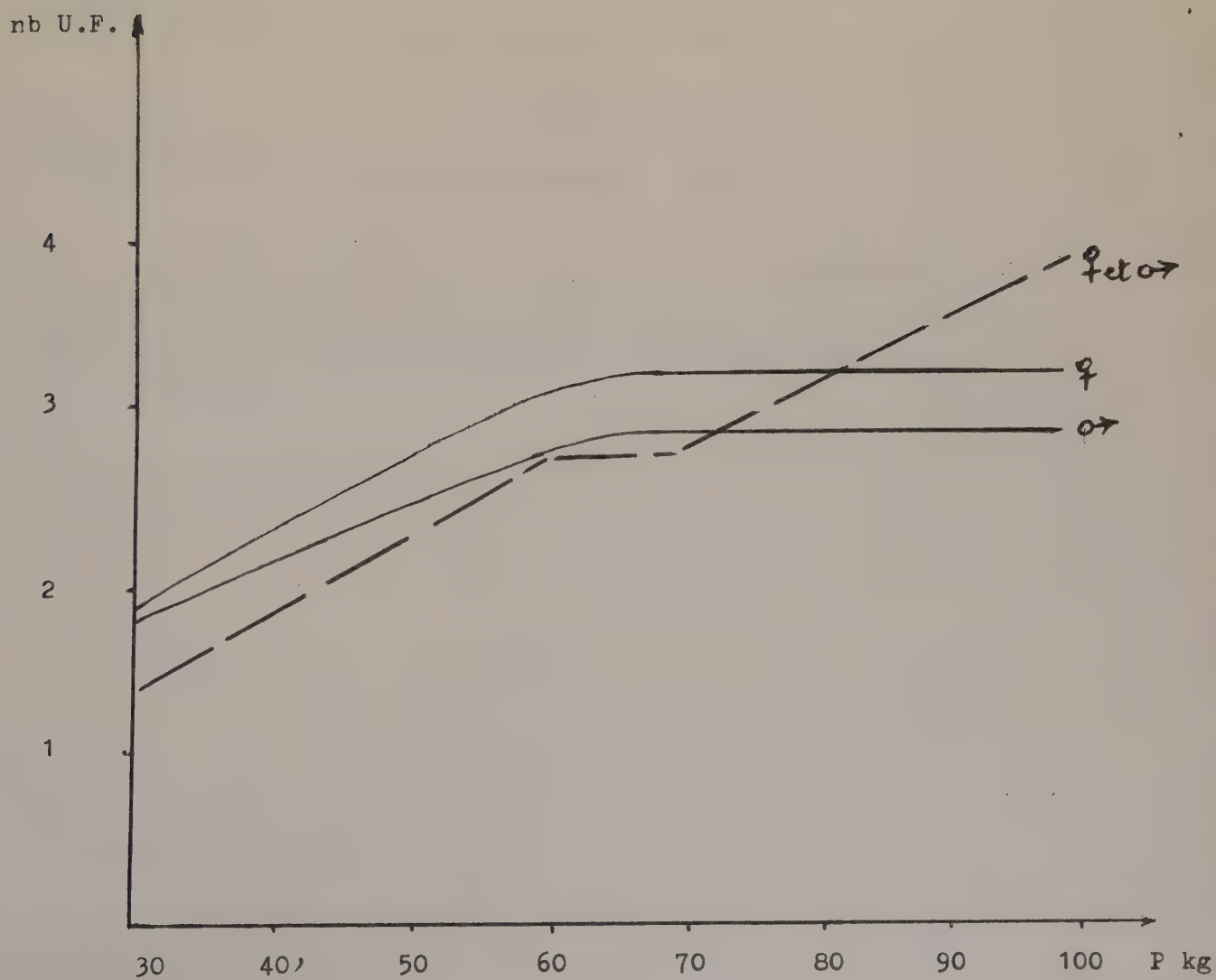
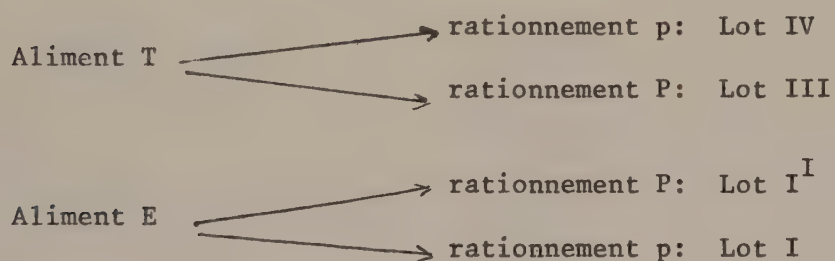


TABLEAU XIII' -

Evolution graphique comparée des apports énergétiques journaliers:

- trait pointillé: rationnement p
- trait continu: rationnement P

Si l'on veut comparer à la fois les aliments T et E et les rationnements p et P, il est logique d'employer chacun des deux aliments suivant chacun des deux types de rationnement que l'on vient de définir. La mise en place de quatre lots de porcs dont nous verrons la constitution dans le protocole expérimental est nécessaire à cet égard. La répartition de ces quatre lots répond à la disposition suivante:



Selon ce schéma, l'apport alimentaire journalier et l'état de couverture du besoin quotidien en lysine (28, 34, 44) pour un porc de chaque lot sont rapportés dans le tableau récapitulatif N° XIV.

Rationnement		Lots	Données expérimentales	F E M E L L E S															
				B E S O I N S								A P P O R T S							
				30	40	50	60	70	80	90	100	30	40	50	60	70	80	90	100
P	IV	U.F./j																	
		Aliment T Kg/j																	
		Lysine g	9,8	13	16,3	19,6	17,3	19,7	22,2	24,7	8,51	11,4	14,3	17,1	17,7	20,3	22,8	25,4	
	I	Aliment E Kg/j																	
		Lysine g	9,8	13	16,4	19,6	17,2	19,7	22,2	24,6	8,5	11,3	14,2	17	17,6	20,2	22,8	25,2	
P	III	U.F./j																	
		Aliment T Kg/j																	
		Lysine g	12,6	16,1	19,2	21,8	19,3	-	-	-	11	14,1	16,8	19,1	19,8	-	-	-	-
	II	Aliment E Kg/j																	
		Lysine g	12,7	16,2	19,2	21,9	19,2	-	-	-	12,7	16,2	19,2	21,9	19,2	-	-	-	-

TABLEAU XIV: Synthèse des données du schéma expérimental

			M A L E S																
Rationnement	Lots	Données expérimentales	B E S O I N S								A P P O R T S								
			30	40	50	60	70	80	90	100	30	40	50	60	70	80	90	100	
P	IV	U.F./j																	
		Aliment T Kg/j									1,12	1,49	1,87	2,24	2,32	2,66	3	3,32	
		Lysine g	9,3	12,5	15,6	18,7	16,3	18,6	21	23,3	8,5	11,4	14,3	17,1	17,7	20,3	22,8	25,4	
	I	Aliment E Kg/j									1,38	1,84	2,31	2,76	2,86	3,28	3,70	4,10	
P	III	Lysine g	9,4	12,5	15,7	18,8	16,3	18,7	21,1	23,3	8,5	11,3	14,2	17	17,6	20,2	22,8	25,2	
		U.F./j									1,40	1,70	1,95	2,20	2,30	-	-	-	
		Aliment Kg/j									1,68	2,04	2,34	2,64	2,76	-	-	-	
	II	Lysine g	11,7	14,2	16,3	18,4	16,1	-	-	-	10,7	13	15	16,8	17,5	-	-	-	
	II	Aliment E Kg/j									1,72	2,09	2,40	2,71	2,83	-	-	-	
		Lysine g	11,7	14,2	16,3	18,4	16,1	-	-	-	11,7	14,2	16,3	18,4	16,1	-	-	-	

TABLEAU XIV: Synthèse des données du schéma expérimental

Quel que soit l'aliment considéré, la préparation d'une soupe en facilite l'homogénéisation et finalement la distribution. Cependant, des frais supplémentaires de main-d'oeuvre et de dépense électrique grèvent ce mode d'alimentation. Leur estimation précise est nécessaire avant de pouvoir les intégrer au prix de revient du Kg de sous-produit sucré.

4° - MODE D'ALIMENTATION - COUT ALIMENTAIRE DEFINITIF A L'ECHELLE DE LA PORCHERIE -

a) La soupe:

Chaque loge dispose d'un abreuvoir automatique, aussi la soupe ne représente pas forcément le seul apport d'eau journalier.

Si, de par l'aspect pâteux et gluant du sous-produit sucré, ce mode d'alimentation liquide s'impose, d'un autre côté, plusieurs inconvénients sont à signaler dès à présent (35):

- La durée de conservation du mélange liquide est limitée. Tout particulièrement par temps chaud les risques de fermentation sont manifestes.

- L'homogénéité est seulement conservée au prix d'un brassage permanent et vigoureux du mélange. Une interruption de brassage pendant le temps de la distribution fait que les dernières loges servies en bout de couloir reçoivent une soupe plus claire.

- La préparation:

Chronologiquement, on procède à:

- La détermination par pesée des quantités de complémentaire et de sous-produit sucré à associer.

- Au broyage du sous-produit sucré.

- Au mélange par brassage dans le bac mélangeur-distributeur des deux constituants.

Dans l'évaluation des frais électriques (eau chaude, broyage, mélange) une estimation effectuée par le Génie Rural, en Mai 1972 (42), dans une porcherie de 400 porcs également, engraisés en 105 jours environ nous donne:

Consommation électrique	
Par porc engraisé	journalière totale
Mélangeur broyeur (Ateliers Rolland)	
2 kwh	$\frac{2400}{105} = 7,6$
Alimentation tiède: 25-30° (2,7 l d'eau/Kg farine)	
15 kwh	$\frac{15400}{105} = 57,1$
Total en kwh....	$\frac{64,7}{}$

De notre côté, deux relevés de compteur espacés d'une semaine ont révélé une consommation électrique journalière moyenne de 63 kwh.

Si le travail de pesée et de surveillance réclame une demi-heure par jour, l'ensemble des frais quotidiens relatifs à la préparation de la soupe s'élève à:

- Electricité:	63	.	12 centimes	=	7,6 F
- Travail:	0,50.		15 francs	=	7,5 F
					<u>15,1 F</u>

- Distribution:

Le bac mélangeur-distributeur monté sur rails parcourt un couloir central. Par commande manuelle, on verse d'un côté et de l'autre la soupe sur toute la longueur des auges. Quotidiennement ce travail réclame environ une demi-heure, soit 7,5 F.

A présent, on peut connaître le coût définitif des aliments employés.

b) Incidence économique sur le prix des aliments:

- Sous-produit sucré:

Pour une consommation journalière moyenne de 700 Kg, la majoration inhérente à ce mode d'alimentation est de:

$$\frac{15,1 + 7,5}{700} = 3,22 \text{ centimes par Kg}$$

Ce qui porte le prix de revient définitif du sous-produit sucré distribué à:

$$\begin{aligned} 22,44 + 3,22 &= 25,66 \text{ cent/Kg} \\ &= 26 \text{ centimes/Kg} \end{aligned}$$

- Aliments:

	<u>Kg brut</u>	<u>Kg sec</u>	<u>U.F.</u>
Aliment T (F).....	0,58	0,75	0,70
Aliment E (F).....	0,52	0,72	0,65

En possession maintenant des caractéristiques alimentaires et du prix des aliments employés, le protocole expérimental de l'essai que nous avons poursuivi peut être envisagé.

D E U X I E M E P A R T I E

E T U D E E X P E R I M E N T A L E

I - Protocole

II - Résultats

III - Interprétation statistique - Discussion

I - PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Dans le cadre expérimental précédemment défini, il a été adopté, pour les deux sexes, soit un seul et même niveau alimentaire (rationnement p), soit deux niveaux alimentaires distincts (rationnement P).

Finalement, il en découle que, pour chaque sexe, l'ensemble de l'expérimentation se résume à un schéma factoriel équilibré: 2^2

2 aliments x 2 rationnements

De même, divers impératifs en résultent au niveau du choix et de la disposition du matériel expérimental, ainsi qu'au niveau des critères de la méthode expérimentale qui servent à mesurer et à apprécier les effets observés.

1° - MATERIEL EXPERIMENTAL -

a) Les porcs:

Sur un arrivage de 400 porcs bretons croisés: Large-White x Landrace - Danois, 144 nourrains (25-30 Kg) sont retenus pour l'expérimentation. Le reste destiné à être nourri comme auparavant occupe l'autre moitié de la porcherie.

En fait, initialement 200 animaux environ sont individuellement pesés et marqués afin de constituer un éventail de poids suffisamment homogène sur la base de l'âge et du poids en particulier (27). Il est facile alors pour chaque sexe de constituer 4 lots de poids voisins

comportant chacun 18 porcs (2 loges de 9) tout en veillant également à l'homogénéité des tailles dans chaque loge. La mise en place des loges dans chaque lot et des divers lots les uns par rapport aux autres dans la moitié de porcherie réservée à l'expérimentation est la suivante:

Aliment	Loges Fem.	Loges Mâles	Lots	Femelles		Mâles	
				Lots	Loges	Loges	Lots
T	T1	T1	IV	27,8	30,8	31	27,9
	T2	T2		$\pm 1,4$	24,9	24,8	1,5
	T3	T3	III	27,5	27,4	28,1	28,1
	T4	T4		$\pm 0,4$	27,6	28,1	$\pm 0,5$
E	E4	E4	II	27,6	27,6	28	28,1
	E3	E3		$\pm 0,3$	27,6	28,1	$\pm 0,5$
	E2	E2	I	27,8	24,9	24,9	28
	E1	E1		$+ 1,4$	30,8	31	$\pm 1,5$

Disposition initiale des loges et des lots de porcs selon le schéma expérimental

Poids moyen d'achat de ces loges.
Poids moyen d'achat par lot avec intervalle de confiance à 95 p.100.

Un tatouage à l'oreille droite constitué de 4 chiffres indique le sexe, la loge d'origine et le numéro du porc dans sa loge.

Au cours de la période d'adaptation au local où règne une température de 15-16° C, les animaux reçoivent indifféremment du sexe et du rationnement futur:

- Pendant 5 jours: un aliment "entrée en porcherie" supplémenté en antibiotiques et procalmadiol. La vermifugation au parbendazole a lieu le 5e jour.

- Pendant 20 jours: un aliment "super démarrage" seulement antibio-supplémenté. Pour les animaux destinés à recevoir l'aliment E, il est observé 5 jours de transition avec la ration T. La quantité reçue est celle des animaux de même sexe qu'eux et appelés à suivre par la suite le même rationnement avec l'aliment T.

La chronologie de ces opérations est schématiquement représentée dans le tableau XV.

Nb. de lots	j.	Aliments d'adaptation						Aliments Définitifs
		I	I	I	I	I	I	
		0	5	10	15	20	25	30
IV	"Entrée			"Super			Alim.T	Aliment T
III							Alim.T	Aliment T
	en							
II							comme lot	
	porche-			Démarrage"			III	Aliment E
I	rie"						comme lot	
							IV	Aliment E
	Arrivée vermifugation							

Tableau XV:

Changements alimentaires de la période d'adaptation.

b) Les aliments:

Les complémentaires T et E sont stockés en sacs papier de 50 Kg en début d'essai.

On effectue deux distributions de nourriture par jour à 8 et 17 heures. Une seule le dimanche à 8 heures sans compensation.

Dans la préparation de la soupe on emploie environ 2 parties

d'eau pour une partie d'aliment. Pour chaque loge cette préparation s'effectue dans un bidon métallique de 40 litres portant le numéro de la loge.

2° - Méthode expérimentale

Afin de pouvoir élaborer et finalement porter un jugement d'ensemble, la méthode expérimentale s'adressera à quatre domaines d'appréciation.

a) Appréciation des effets alimentaires, suivant:

- Le gain moyen quotidien G.M.Q.: pour un animal en croissance c'est la prise de poids journalière exprimée en Kg. A cet effet, une pesée individuelle générale sur les porcs à jeun en fin de période d'adaptation, de croissance et de finition permet de le calculer.

- L'indice de consommation: c'est le rapport de la quantité de nourriture consommée par un animal en croissance pendant un temps donné à la prise de poids intervenue au cours de cette durée.

$$IC = \frac{n \text{ Kg alim. ingéré}}{I \text{ Kg de gain de poids vif}}$$

L'enregistrement journalier de la quantité d'aliment distribuée à chaque loge permet de le calculer.

b) Appréciation de la qualité de la carcasse:

Selon les normes de la grille communautaire(30) qui permettra pour un poids de carcasse et une épaisseur de bardière donnés de définir l'état d'engraissement. Ce dernier critère associé à l'appréciation de la conformation du jambon, du développement musculaire de la longe et de la poitrine fixera la classe commerciale de laquelle dépendra, en dernier ressort le prix de vente au Kg net.

c) Appréciation - Interprétation des accidents pathologiques et des lésions:

On essaiera de savoir si, à l'origine, l'alimentation peut être directement incriminée et quelle incidence ils peuvent avoir sur la production.

d) Appréciation du coût de production, suivant:

- Le coût alimentaire: évalué par l'indice économique I.E. qui est le prix de revient d'un Kg de porc produit. La connaissance du prix des aliments employés et de l'indice de consommation permettra son calcul.

Toutefois, sa valeur, si elle sert de comparaison à un moment donné du coût du régime par rapport à un autre, reste d'un intérêt très relatif. Elle dépend directement du prix d'achat des aliments lesquels suivent les variations de cours enregistrées sur le marché des matières premières.

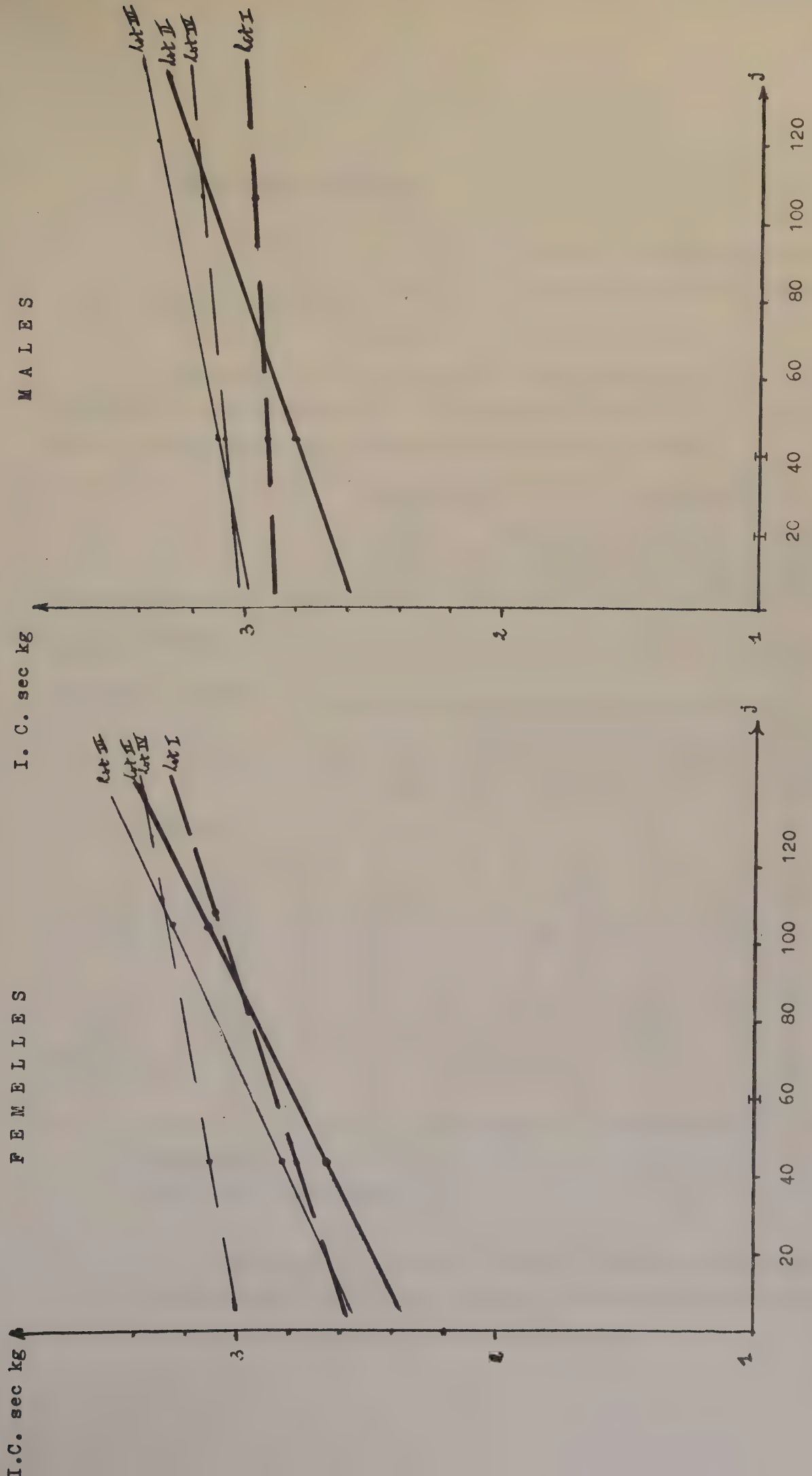
- Le coût d'une production de qualité: on comparera, pour cela, la plus value obtenue à la vente des carcasses offrant une conformation et un état d'engraissement satisfaisants au préjudice d'exploitation résultant de l'augmentation de la durée d'engraissement(15, 18).

Avec ces divers critères d'appréciation, nous sommes en mesure de comparer les effets des différents régimes envisagés et dont les résultats font l'objet du chapitre suivant.

TABLEAU XVI:

Performances zootechniques en croissance, en finition et enfin sur la durée totale de l'expérience.

- Indépendamment du sexe, il est à noter une amélioration voisine de 5 p.100 de l'indice de consommation sec des porcs recevant le plus de sucre dans leur alimentation. La représentation graphique (tableau XVII) la met bien en évidence. De même qu'elle indique, pour une élévation générale progressive de l'indice de consommation dans le temps, un accroissement plus important avec le rationnement P.



Trait pointillé : rationnement p fin:aliment I
- continu : rationnement P épais:aliment E

TABLERAU XVII: Evolution m oyenne théorique des indices de consommation secs des différents lots de porcs.

2° - COMPTE RENDU D'ABATTAGE -

Le sacrifice des porcs autour de 105 Kg s'est échelonné dans le temps. Les animaux en état d'être sacrifiés ont subi au préalable une diète hydrique de 24 heures.

L'abattage en chaîne continue, l'identification des carcasses au moment de leur préparation, et l'appréciation des demi-carcasses au poste de pesée aboutissent aux résultats consignés ci-dessous.

		Rationnement p				Rationnement P			
		Lot IV		Lot I		Lot III		Lot II	
		Fem.	Mâles	Fem.	Mâles	Fem.	Mâles	Fem.	Mâles
Poids d'abattage	Kg	107,9	108,9	105,9	107,1	107,3	104,7	106,6	106,8
Poids carcasse ressuée.....	-	82,8	82,7	82,9	84,4	84	81	84,4	84,8
Rendement carcasse p.100.....		76,78	75,93	78,30	78,81	78,32	77,44	79,19	79,35
(dorsal		26,5	28,7	27,3	29,4	25,8	24,8	28,7	26,5
Epais.Lard (sacré		27,5	28,1	27,8	30	26,2	25,2	28,5	26,5
(m		27	28,4	27,5	29,7	26	25	28,6	26,5
Classification 1A		5	1	4	3	7	4	5	3
p.100 I		28	6	22	17	39	22	28	17
IB		9	10	10	9	11	11	7	13
p.100 2A		1		1				1	
p.100 II		55	55	61	50	61	61	44	72
IC			1	1	2		2		
2B		2	6	1	4		1	4	1
p.100 3A								1	
p.100 III		11	39	11	33		17	28	6
Commerciale 2C		1		1					1
p.100 IV		6		6					6

TABLEAU XVIII:

Compte rendu d'abattage.

Le lard des porcs nourris à l'aliment E suivant le rationnement p (lot I) semble plus ferme et avoir une meilleure tenue sur le globe du jambon que celui des carcasses des porcs témoins (lot IV).

Les foies, exceptées quelques lésions éparses de migration larvaire ascaridienne paraissent assez clairs dans l'ensemble. Aucun toutefois n'a été retiré de la consommation.

Quelques lésions pulmonaires parenchymateuses de "toux de porcherie" semble-t-il, localisées à l'extrémité des lobes apicaux et cardiaques sont à signaler en plus des incidents pathologiques survenus en cours d'engraissement.

3° - INCIDENTS PATHOLOGIQUES -

Ce sont plutôt des accidents sans lien apparent avec l'alimentation.

- Un porc mâle du lot III ayant la queue mutilée (caudophagie) manifesta une parésie du train arrière: abattage anticipé à 76 Kg avec un groupe de porcs prêts partant 2 jours après.

- Un porc mâle du lot I de 79 Kg fut coincé par une palette de la chaîne de raclage: abattage d'urgence.

- Un porc femelle du lot I de 98 Kg qui présentait depuis 3 à 4 jours une légère difficulté locomotrice: pas de fièvre, appétit conservé.... mourut pendant le transport à l'abattoir.

- Un cas de diarrhée chronique persistant après une semaine de soins (antibiotique, sulfamide) sur une femelle retardataire de 76 Kg, et déjà seule dans une loge du lot I, nécessita son retrait de l'expérimentation.

Les incidents pathologiques, notamment digestifs à point de départ alimentaire en dehors peut-être du cas précédemment évoqué, furent rares.

Dans ces conditions, les pertes financières par mortalité ou

même morbidité restent négligeables. En tout cas, elles ne grèvent pas sérieusement les performances économiques calculées à partir des résultats expérimentaux précédents.

4° - PERFORMANCES ECONOMIQUES -

		Rationnement p				Rationnement P			
		Lot IV		Lot I		Lot III		Lot II	
		Fem.	Mâles	Fem.	Mâles	Fem.	Mâles	Fem.	Mâles
Indice économique I.E. (durée totale d'en- graissement)	F	2,45	2,36	2,17	2,13	2,31	2,46	2,10	2,21
Prix de vente pon- déré du Kg de car- casse (cIII - 5,70 F/Kg)	F	5,71	5,63	5,70	5,67	5,78	5,71	5,70	5,75

TABLEAU XIX:

Performances économiques:

A présent, il s'agit de savoir si les différences relevées dans les résultats mentionnés au cours de ce chapitre résultent de l'intervention du hasard dans l'échantillonnage initial, étant donné les écarts de performances inévitables d'un animal à l'autre; ou si, vu leur importance, elles résultent d'une action significative du régime alimentaire.

L'analyse statistique des résultats va nous permettre d'y répondre.

III - INTERPRETATION STATISTIQUE - DISCUSSION

Pour chaque sexe on effectue une analyse bifactorielle de variance (17-27) de chacun des critères qui nous ont servi dans l'étude expérimentale à apprécier les performances zootechniques et charcutières des animaux.

En dehors du premier critère envisagé, pour lequel nous donnons le détail du tableau d'interprétation de la variance, nous mentionnerons seulement, par la suite, la signification statistique de l'influence des facteurs de variation sur le critère d'appréciation étudié.

En vue de faciliter l'interprétation statistique qui va suivre, nous commençons d'abord par l'examen des variations des performances charcutières suivi de celui des performances zootechniques.

1° - INTERPRETATION STATISTIQUE DES RESULTATS EXPERIMENTAUX -

a) Variations des performances charcutières:

L'estimation porte sur deux critères:

- l'épaisseur moyenne du lard
- et le rendement carcasse

- Epaisseur du lard: $\bar{m}$

- Femelles:

Origine de la fluctuation	Sommes des carrés	Degré de liberté	Variance	F	Degré de signification
Aliment	43,56	1	43,56	2,86	N.S.
Niveau alimentaire	0,13	1	0,13	0,008	N.S.
Alim. X niv.alim.	20,05	1	20,05	1,31	N.S.
Résiduelle	1033,64	68	15,20		
Totale	1097,38	71			

TABLEAU XX:

Tableau d'interprétation de l'analyse de variance pour l'épaisseur du lard.

On note donc:

L'absence d'une interaction significative entre l'aliment et le niveau alimentaire sur l'épaisseur du lard.

Et de plus, que ce soit l'aliment T ou l'aliment E que l'on emploie suivant l'un ou l'autre des deux rationnements choisis, l'épaisseur du lard n'est pas significativement modifiée.

- Mâles:

Mêmes résultats, si ce n'est, quel que soit l'aliment utilisé, une diminution de l'épaisseur du lard significative à 1 p.100 obtenue avec le rationnement P.

Cette différence de comportement suivant le sexe s'explique par

la restriction énergétique plus sévère que l'on impose aux mâles dans le rationnement P (40).

- Rendement carcasse:

Absence d'interaction significative entre l'aliment et le niveau alimentaire sur la valeur du rendement carcasse.

Par contre, dans les deux sexes une amélioration du rendement carcasse significative à 1 p.1000 et plus est obtenue, soit avec l'aliment E, soit en suivant le rationnement P. Dans cette amélioration la part qui revient à l'emploi de l'aliment E s'élève approximativement à:

$$\frac{78,30 + 78,81 + 78,19 + 79,35}{4} - \frac{(76,78 + 75,93 + 78,32 + 77,44)}{4}$$

$$= 1,79 \text{ Kg}$$

Celle qui revient à l'influence du rationnement P équivaut à:

$$\frac{78,32 + 77,44 + 79,19 + 79,35}{4} - \frac{(76,78 + 75,93 + 78,30 + 78,81)}{4}$$

$$= 1,12 \text{ Kg}$$

Or, le rendement carcasse du porc augmente lorsque l'état d'engraissement s'accroît ou que le volume du tube digestif s'amoindrit. Dans le cas de notre expérimentation, l'état d'engraissement ne peut que diminuer de façon significative chez les porcs mâles qui suivent le rationnement P. C'est donc qu'avec l'aliment E et, à un moindre degré, avec le rationnement P le volume digestif a tendance à diminuer.

La rapide et bonne assimilation intestinale du sucre (22 - 50), que nous avons déjà évoquée, peut expliquer cette constatation. A moins que l'on ait sous-estimé, au départ, l'utilisation métabolique par le porc du sucre contenu dans le sous-produit sucré de châtaignes. Dans ce cas, le meilleur profit serait obtenu avec l'aliment le plus sucré.

b) Variation des performances zootechniques:

Elles sont également estimées à travers deux critères:

- D'une part, l'indice de consommation sec, reflet plus ou moins fidèle de l'efficacité alimentaire (23).

- D'autre part, le gain moyen quotidien.

- Indice de consommation sec:

Globalement les résultats sont statistiquement identiques pour les deux sexes. A savoir: absence d'interaction significative entre l'aliment et le niveau alimentaire sur la valeur de l'indice de consommation sec.

La nature de l'aliment et le niveau alimentaire choisis n'ont pas d'influence significative sur la valeur de l'indice de consommation sec. Toutefois chez les femelles, en période de croissance seulement l'emploi de l'aliment E ou l'adoption du rationnement P apportent une amélioration significative à 5 p.100 de la valeur de l'indice de consommation sec. Mais cette amélioration ne se retrouve plus de façon significative sur la durée totale d'engraissement.

Les exigences protéiques des femelles supérieures à celles des mâles pour la période de croissance (44-49) pourraient expliquer cette différence de comportement suivant le sexe.

- Gain moyen quotidien:

Pour les deux sexes on remarque l'absence d'interaction significative entre l'aliment et le niveau alimentaire sur la valeur du gain moyen quotidien. C'est dire que le sous-produit sucré ne renferme pas de substance toxique qui pourrait ralentir la croissance au delà d'un certain taux d'incorporation dans l'aliment distribué.

- Femelles:

La nature de l'aliment et le niveau alimentaire choisis n'ont pas d'influence significative sur la valeur du gain moyen quotidien. Toutefois, l'adoption du rationnement P, en période de croissance uniquement, améliore de façon significative à 1 p.1000 et plus la vitesse de croissance. Cependant, cette amélioration ne se retrouve plus de façon significative sur la durée totale d'engraissement.

Pour des raisons identiques à celles invoquées dans l'explication des variations de l'indice de consommation sec, le rationnement P apparaît comme le mieux adapté aux besoins des femelles en croissance.

- Mâles:

La nature de l'aliment n'a pas d'effet significatif sur la valeur du gain moyen quotidien.

Par contre, en période de finition, l'adoption du niveau alimentaire P propre aux mâles déprime fortement de façon significative à 1 p.1000 et plus la vitesse de croissance. Et cette fois, cette diminution dans le gain moyen quotidien se retrouve de façon significative à 1 p.1000 et plus sur la durée totale d'engraissement.

Avec le rationnement P, le fort écart énergétique entre les niveaux alimentaires suivis par les femelles et les mâles explique cette observation. Mais si la restriction énergétique diminue comme nous l'avons vu aussi l'épaisseur du lard des porcs mâles, elle augmente, en contre partie, d'au moins 15 jours la durée d'engraissement.

Quelles conclusions pratiques tirer des particularités du comportement de chaque sexe à l'égard de la nature de l'aliment et du type de rationnement?

2° - DISCUSSION -

Tout d'abord, les résultats de cet essai révèlent que le sous-produit sucré incorporé jusqu'à 75 p.100 du poids brut d'un aliment qui assure par ailleurs la couverture de l'ensemble des besoins du porc à l'engrais est bien supporté et convenablement assimilé puis métabolisé.

Même si les animaux des lots qui ont reçu l'aliment E sont systématiquement plus gras que ceux des lots nourris à l'aliment T, l'augmentation de l'épaisseur moyenne de lard n'est pas significative dans les conditions de l'expérience. L'incorporation de sous-produit sucré la plus importante n'a pas entraîné, comme on le craignait à priori, une détérioration marquée de la qualité des carcasses.

Du point de vue économique, afin de retenir le régime le moins cher il s'agit, pour un prix de vente donné du Kg de carcasse, de choisir le lot qui présente l'indice économique le plus bas.

- Femelles:

Le lot II (aliment E, rationnement P) semble le mieux répondre à cet optimum. Avec un indice de consommation sec de 3, lors d'un gain de poids de 70 Kg, la plus value théorique inhérente à l'emploi de l'aliment E à la place de l'aliment T s'élève à:

$$70 \times 3 (0,75 - 0,72) = 6,30 \text{ F}$$

Celle relative à l'amélioration du rendement carcasse (cl II - 570 F/Kg) se chiffre à:

$$(1,79 + 1,12) \quad 5,70 = 16,58 \text{ F}$$

soit au total:

$$6,30 + 16,58 = 22,88 \text{ F}$$

c'est-à-dire approximativement 20 F/porc femelle produit.

- Mâles:

Les lots I et II semblent répondre indifféremment à notre objectif. En effet, le meilleur prix de vente dû à une amélioration de conformation des carcasses du lot II compense grossièrement le déficit qui provient de la supériorité de l'indice économique sur celui du lot I.

En réalité, la diminution de l'épaisseur du lard dorsal des animaux du lot II résulte de l'intervention d'une sévère restriction énergétique qui a aussi pour effet de prolonger de 15 jours la durée d'engraissement des animaux qui la subissent.

Dès lors qu'on achète simultanément des nourains des deux sexes, l'amélioration de conformation des castrats se ferait au détriment de la vitesse de rotation des bandes entières dans les bâtiments d'élevage. Aussi il semble utopique, en alimentation rationnée, de vouloir en appliquant une sévère restriction sur les apports énergétiques destinés aux castrats, produire des carcasses de porcs charcutiers mâles qui offrent un état d'engraissement voisin de celui des carcasses femelles. Le coût de la performance est incompatible avec le bénéfice qu'on en retire.

Le lot I (aliment E, rationnement p) reste seul représentatif. Dans les mêmes conditions que précédemment, la plus value théorique inhérente à l'emploi de l'aliment E, à la place de l'aliment T, s'élève à:

$$6,30 + 1,79 \cdot 5,70 = 16,50 \text{ F}$$

c'est-à-dire approximativement 15 F/porc mâle produit.

C O N C L U S I O N

L'étude de l'utilisation de la mélasse puis du sucre brut dans l'alimentation du porc à l'engrais sert de base à l'expérimentation qui fait l'objet de ce travail. Cette expérimentation envisage de tester une incorporation de 75 p.100 d'un sous-produit sucré de châtaignes dans la ration de porcs à l'engrais. Soit un aliment qui contiendrait 43,5 p.100 de sucre et 16 p.100 de protéines brutes à l'analyse.

L'analyse statistique des résultats obtenus révèle essentiellement trois points:

- Tout d'abord, la possibilité de nourrir des porcs à l'engrais avec des régimes fortement sucrés sans inconvénients pathologiques ou zootechniques majeurs.
- En second lieu, une légère augmentation, non significative cependant, de l'état d'engraissement des carcasses de porcs soumis à ce régime.
- Et finalement une amélioration nette du rendement carcasse des animaux abattus.

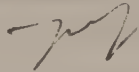
L'appréciation détaillée du coût alimentaire, puis de l'indice économique des performances animales permet enfin le choix du mode alimentaire le plus intéressant pour chaque sexe.

Aussi nous croyons avoir modestement contribué à rationaliser et à rendre avantageux l'usage alimentaire d'un sous-produit local dans un secteur de l'élevage dont la rentabilité reste aléatoire.

Vu :

LE DIRECTEUR

de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon,



LE PROFESSEUR RESPONSABLE

de l'École Nationale Vétérinaire,

Pr Claude JEAN-BLAIN



Vu :

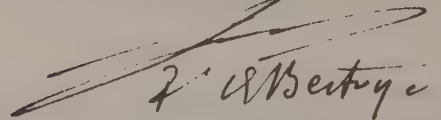
~~LE DOYEN,~~

Le Président de l'Université
Président du Comité de Coordination
des Etudes Médicales

D. GERMAIN



LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,



Vu et permis d'imprimer 10 FEV. 1976

LYON, le 19

~~LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ~~

B I B L I O G R A P H I E

=====

1. A.E.C. - 1972 Recommandations industrielles en alimentation animale ; 111, p. 1-40. P. André Edit. Commeny.
2. ALQUIER (J.) - 1908 Le sucre dans l'alimentation du bétail ; Edit. Asselin et Houzeau, Paris. 1 volume 88p.
3. ARIES (R.S.) - cit. in FERRANDO (R.), THEODOSSIADES (G.) 1960 - La mélasse dans l'alimentation du bétail (Monographies alimentaires) ; tome II, p. 13, Vigot Frères Edit. Paris.
4. BAUSTAD (B.M.) - 1973 A preliminary note on the use of molasses in the feeding of growing pigs ; E. Afri. agric. Forest. J. Kenya, 39, p.203.
5. BELL (M.C.) - cit. in FERRANDO (R.), THEODOSSIADES (G.) - 1960 - La mélasse dans l'alimentation du bétail (Monographies alimentaires) ; tome II, p. 13, Vigot Frères Edit. Paris.
6. BLAXTER (K.G.) - cit. in FERRANDO (R.) - 1964 - Les bases de l'alimentation ; p. 356, Vigot Frères Edit. Paris.
7. BOUBY (A.), CANTALOUBE (Y.), CHAUVEL (J.) - 1973 - Poids d'abattage des mâles castrés (Station expérimentale de Villefranche de Rouergue). Rapport annuel I.T.P. p. 173-178.
8. BROOKS (C.C.), IWANAGA (I.I.) - 1967 - Use of cane molasses in swine diets ; J. anim. sci. 26, p. 741-745.
9. BROOKS (C.C.), MIYAHARA (A.Y.), HUCK (D.W.) et ISHIZAKI (S.M.) - 1972 - Relation-ship of sugar induced lesions in the heart of the pig to live weight, serum cholesterol and diet ; J. anim. sci. 35, p. 31-37.
10. BROOKS (C.C.), NAKAMURA (R.M.), MIYAHARA (A.Y.) - 1973 - Effect of menadione and other factors on sugar - induced heart lesions and hemorrhagic syndrome in the pig ; J. anim. sci. 37, p. 1344-1350.
11. CHAMBOLLE (M.), RERAT (A.) - 1972 - La production porcine ; Les maladies animales, leur incidence sur l'économie agricole, p. 55-64, S.P.E.I. Paris.
12. CHARTON (A.), LESBOUYRIES (G.) - 1957 - Nutrition des mammifères domestiques ; Vigot Frères Edit. Paris.
13. COHEN (D.), AZOULAY (E.) - 1968 - Cours et exercices de statistiques, 160 p., 2ème édition, S.E.D.E.S. Paris.

14. CORNEVIN (C.) - 1925 - Les résidus industriels dans l'alimentation du bétail ; Congrès de l'alimentation du bétail, compte rendu, De Firmin-Didot et Cie Edit. Paris.
15. CRAPLET (C.) - 1950 - L'alimentation du bétail, Ed. Vigot Frères, Paris, 1 volume 275 p.
16. CRAPLET (C.) - 1961 - Traité d'élevage moderne, tome VI, le porc ; 334 p. Edit. Vigot Frères, Paris.
17. DESMOULIN (B.) - 1972 - Le rationnement du porc charcutier ; Revue de l'élevage, 6, p. 125-143.
18. DESMOULIN (B.) - 1972 - Alimentation, Sexes séparés (Station expérimentale de Villefranche de Rouergue). Rapport annuel I.T.P. p. 89-96.
19. FERRANDO (R.) THEN THUT NGU, Melle JACQUES (F.), FROGET (J.) - 1956 - Essais sur l'alimentation du porc ; Rec. Med. Vet. 132, p. 690-696.
20. FERRANDO (R.) THEODOSSIADES (G.), FROGET (J.) - 1957 - Essais sur l'utilisation de la mélasse de betteraves dans l'alimentation du porc (2ème note) ; Rec. Med. Vet. 133, p. 554-560.
21. FERRANDO (R.), THEODOSSIADES (G.) - 1960 - La mélasse dans l'alimentation du bétail (Monographies alimentaires) tome II, p. 1-129, Vigot Frères Edit. Paris.
22. FERRANDO (R.), FROMAGEOT (D.) - 1973 - Données récentes concernant l'emploi du sucre en alimentation animale ; Rec. Med. Vet. 149, p. 507-521 et p. 615-628, Vigot Frères Edit. Paris.
23. FEVRIER (R.) - 1952 - L'indice de consommation est-il chez le porc le témoin fidèle de l'efficacité d'une ration ? Ann. zoot. p. 175-184.
24. FROMAGEOT (D.) - 1965 - Le sucre dans l'alimentation du poulet de chair ; thèse doct. vét. Paris, p. 1-76, Au manuscrit, Edit. Alfort.
25. HAUFMAN (G.) - 1968 - Le sucre dans l'alimentation du porc ; thèse doct. vét. Paris, Au manuscrit, Edit. Alfort.
26. HENIN (S.) - 1975 - Les aspects actuels de l'énergie en agriculture ; Journées de l'A.F.P.F. (Association française pour la production fourragère), Station d'amélioration des plantes fourragères. I.N.R.A.
27. HENRY (Y.) - Mai 1970 - La planification en expérimentation porcine ; Session d'expérimentation organisée par I.T.P. 34 p., I.T.P. Paris.
28. HENRY (Y.) - 1972 - Effets comparés de la lysine et des matières azotées sur les performances du porc en finition. Journées Recherche Porcine en France, p. 163-168, I.N.R.A. I.T.P. Edit. Paris.
29. HUPPERT (R.) - 1972 - La production sucrière mondiale suffira-t-elle aux besoins en 1980 ? ; Le Monde 28-11-72 p. 18.

30. INSTITUT TECHNIQUE DU PORC - Classement communautaire des carcasses de porcs ; Paris.
31. JEAN-BLAIN (C.) - 1970-71 - Cours magistral d'alimentation E.N.V.L.
32. LABOUCHE (C.) - 1972 - Essai d'analyse des pertes économiques d'origine pathologique en production porcine ; Les maladies animales, leur incidence sur l'économie agricole p. 171-179, S.P.E.I. Paris.
33. LAVAUD (R.) - 1974 - Comment mener une analyse financière ; 2ème édition, Dunod, Paris, 1 volume 164 p.
34. LEWIS (D.), HARDY (B.) - 1973 - Effet de l'énergie et des protéines du régime sur la composition de la carcasse du porc à l'engrais ; Bulletin I.T.P., 1, p. 41-53.
35. LUCCHINI (P.) - 1972 - Les porcheries, le point des techniques actuelles ; Revue de l'élevage, 6, p. 87-99.
36. MAGAT (A.) - 1969-70 - Cours magistral de biochimie médicale, E.N.V.L.
37. MAINSANT (P.) - 1970 - Alimentation et gestion ; Le porc, 1, p. 47-50.
38. MARTY (R.), HEVIN (R.) - 1971 - Enquête sur les châtaignes et marrons en France ; Minist. agric. Bull. technique information française, 256, p. 3-10.
39. MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 1972 - Service central des enquêtes et études statistiques - Conjoncture et prévisions ; Le porc, 9, p. 45-51.
40. MOAL (J.), GAYE (A.), DESMOULIN (B.) - 1972 - Rationnement progressif de porcs recevant des régimes : maïs + soja. Journées Recherche Porcine en France, p. 121-125, I.N.R.A. - I.T.P. Edit. Paris.
41. MORNET (P.) - 1972 - Avant-propos ; Les maladies animales, leur incidence sur l'économie agricole, p. 15-20, S.P.E.I. Paris.
42. PELLEGRINO (M.) - 1972 - Appareils destinés à l'alimentation liquide des porcs ; Revue de l'aménagement et de l'équipement du milieu rural, 5, p. 289-293.
43. PICHON (J.) - Octobre 1975 - La table des neuf ; L'avenir agricole de l'Ardèche ; 37, p. 8-9.
44. RERAT (A.) - 1970 - La qualité des carcasses de porc et ses variations en fonction de l'alimentation durant la croissance ; Rec. Med. Vet., 146, p. 1243-1295, Vigot Frères Edit. Paris.
45. ROUX (B.) - 1968 - Rentabilité des investissements et performances zootechniques dans les ateliers modernes de production porcine ; Minist. agric. bull. technique information française, 233, p. 799-814.

46. SALMON-LEGAGNEUR (E.), FEVRIER (R.) - 1956 - Les préférences alimentaires du porcelet. Le sucre dans les aliments pour porcelets ; Ann. de zoot., 1, p. 73.
47. SCAILTEUX (R.) - 1972 - Des pulpes de betteraves et de leur utilisation en alimentation animale ; thèse de doct. vét. Paris. Aisne nouvelle, Edit. Saint-Quentin.
48. S.N.I.A. - 1973 - Aliments du bétail, un plan anti-hausse s'impose ; Le porc, 2, p. 9.
49. VANSCHOUBROCK (F.), de WILDE (R.) - 1970 - Le rationnement du porc charcutier ; Rec. Med. Vet., 146, p. 1297-1312, Vigot Frères, Edit. Paris.
50. WOLTER (R.) - 1972 - L'alimentation du cheval ; Vigot Edit. Paris, p. 104.
51. ZERT (P.) - 1970 - Problèmes techniques et économiques de la production porcine ; Rec. Med. Vét., 146, p. 1139-1144, Vigot Frères, Edit. Paris.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE - APPLICATION AU SOUS- PRODUIT SUCRE DE CHATAIGNES.....	2
CHAPITRE I : IMPORTANCE DU COUT ALIMENTAIRE DU PORC CHARCUTIER. SES CONSEQUENCES.....	3
CHAPITRE II : LA MELASSE DANS L'ALIMENTATION DU PORC A L'ENGRAIS.....	7
1°) Origine.....	7
2°) Composition chimique.....	7
3°) Valeur alimentaire des mélasses.....	11
4°) La mélasse dans l'alimentation du porc.....	12
CHAPITRE III : LE SUCRE DANS L'ALIMENTATION DU PORC A L'ENGRAIS.....	18
1°) Justification de cet usage alimentaire.....	18
2°) Caractéristiques physico-chimiques et valeur alimentaire du sucre.....	20
3°) Le sucre dans l'alimentation du porc.....	21
4°) Le sucre et la pathologie.....	27
CHAPITRE IV : LE SOUS PRODUIT SUCRE DE CHATAIGNES DANS L'ALIMENTATION DU PORC A L'ENGRAIS.....	30
1°) Principales caractéristiques physico-chimiques et alimentaires ; prix de revient.....	30
2°) Réalisation d'un aliment équilibré.....	37
3°) Comparaison de deux plans d'alimentation.....	43
4°) Mode d'alimentation. Coût alimentaire définitif à l'échelle de la porcherie.....	48

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE.....	52
CHAPITRE I : PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	52
1°) Matériel expérimental.....	52
2°) Méthode expérimentale.....	55
CHAPITRE II : RESULTATS.....	57
1°) Performances d'élevage.....	57
2°) Compte-rendu d'abattage.....	60
3°) Incidents pathologiques.....	61
4°) Performances économiques.....	62
CHAPITRE III : INTERPRETATION STATISTIQUES - DISCUSSION.....	63
1°) Interprétation statistique des résultats expérimentaux...	63
2°) Discussion.....	68
CONCLUSION.....	70
BIBLIOGRAPHIE.....	72

I. C. VAUBECOUR
l'imprimerie des étudiants lyonnais
11 et 13 Rue Vaubecour
LYON 69002 - Tél. 42 - 45 - 85

